

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES TEXTURALES,  
FUNCIONALES Y ORGANOLÉPTICAS DE UNA EMULSIÓN  
CÁRNICA, EMPLEANDO MEZCLAS DE ALMIDÓN DE ÑAME  
ESPINO (*Dioscorea rotundata*) Y ALMIDÓN DE YUCA (*Manihot  
esculenta crantz*).**



**IBETH CORREA ARAUJO**

**ANGELA GONZÁLEZ ROMERO**

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS**

**SEDE BERASTEGUI- CÓRDOBA**

**2015**

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES TEXTURALES,  
FUNCIONALES Y ORGANOLÉPTICAS DE UNA EMULSIÓN  
CÁRNICA, EMPLEANDO MEZCLAS DE ALMIDÓN DE ÑAME  
ESPINO (*Dioscorea rotundata*) Y ALMIDÓN DE YUCA (*Manihot  
esculenta crantz*).**



**IBETH CORREA ARAUJO**

**ANGELA GONZÁLEZ ROMERO**

**Proyecto De Grado para optar al título de INGENIERO DE  
ALIMENTOS**

**Director: Ing. MsC PEDRO ROMERO**

**CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS**

**SEDE BERAESTEGUI- CÓRDOBA**

**2015**

**El jurado calificador de este trabajo no será responsable de las ideas emitidas por los autores (Artículo 46, Acuerdo 006 de mayo 29 de 1979, Consejo superior)**

**NOTA DE ACEPTACIÓN:**

---

---

---

---

**Firma del presidente del jurado**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

**Berástegui, de 2015**

## DEDICATORIA

*Quiero agradecer enormemente a DIOS por la realización de este gran sueño, creo que fue mi mayor motivación y mayor impulsador para poder terminar mi carrera y formarme como profesional.*

*A mi madre LUZ DEL C. ROMERO, agradecerle sus esfuerzos, su paciencia y su apoyo incondicional, gracias por todo madre.*

*A mi padre, hermano y demás familiares, gracias por siempre estar allí, y por confiar en mí.*

*A mis amigas y compañeros gracias por permitirme conocerlos y compartir este arduo camino.*

*A IBETH CORREA ARAUJO, quiero agradecer su amistad incondicional, amigas como tú pocas.*

*A la universidad y profesores agradecerles por la enseñanza y por la formación integral.*

**ANGELA GONZÁLEZ ROMERO**

## DEDICATORIA

*Primeramente quiero agradecerle a Dios, porque me proporcionó la sabiduría y el entendimiento necesario, para alcanzar este gran sueño y convertirme en una profesional.*

*A mis padres OSWALDO CORREA y ROSIRIS ARAUJO, por inculcarme sus buenos valores y por su gran esfuerzo para hacer de mí una persona útil.*

*A mis hermanos, a mis sobrinos y demás familiares por su excelente apoyo y colaboración.*

*A todas mis amigas y compañeros, por todos sus buenos consejos.*

*A una de mis grandes amigas ANGELA GONZALEZ, por brindarme su gran amistad y comprensión.*

*A la Universidad de Córdoba y al programa de Ingeniería de Alimentos, por la excelente formación que me brindaron.*

**IBETH PAOLA CORREA ARAUJO**

## **AGRADECIMIENTOS**

*Les brindamos nuestros más sinceros agradecimientos a:*

*La Universidad De Córdoba en especial al programa de Ingeniería De Alimentos por ser parte de nuestra formación como profesionales.*

*A nuestro director de tesis Msc Pedro Romero Barragán por su apoyo en la realización de este proyecto de investigación.*

*Al personal encargado de la planta piloto de la Universidad de Córdoba, sede Berástegui*

*Al Laboratorio del grupo GIPAVE de la Universidad de Córdoba, a la auxiliar de laboratorio Sindy Galván Araujo.*

*Al MSc Janer Polo y la señora Libia Ochoa pertenecientes a la facultad de ciencias Agrícolas, por facilitarnos el material para el desarrollo del proyecto de investigación (Ñame).*

*A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron para la realización del presente trabajo.*

**IBETH Y ANGELA**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. MARCO TEORICO.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 ÑAME.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.1 Definición.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.2 Composición química.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 PRODUCCIÓN DE ÑAME.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2.1 Producción Mundial.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2.2 Producción Nacional.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2.3 producción regional.....</b>	<b>7</b>
<b>2.3 ÑAME ESPINO.....</b>	<b>8</b>
<b>2.4 ALMIDÓN.....</b>	<b>8</b>
<b>2.4.1 Definición.....</b>	<b>8</b>
<b>2.4.2 Propiedades del almidón.....</b>	<b>9</b>
<b>2.5 ALMIDÓN DE ÑAME.....</b>	<b>11</b>
<b>2.6 ALMIDÓN DE YUCA.....</b>	<b>12</b>
<b>2.7 AGLUTINANTES CÁRNICOS.....</b>	<b>14</b>
<b>2.7.1 TIPOS DE AGLUTINANTES.....</b>	<b>15</b>



<b>2.7.1.1 De origen animal.....</b>	<b>15</b>
<b>2.7.1.2 De origen vegetal.....</b>	<b>15</b>
<b>2.8 EMULSIÓN CÁRNICA.....</b>	<b>15</b>
<b>2.8.1 Propiedades funcionales de las emulsiones cárnicas.....</b>	<b>16</b>
<b>2.8.1.1 pH.....</b>	<b>16</b>
<b>2.8.1.2 Capacidad de retención de agua.....</b>	<b>17</b>
<b>2.9 ANÁLISIS DE TEXTURA.....</b>	<b>18</b>
<b>2.9.1 Análisis de perfil de textura (TPA).....</b>	<b>19</b>
<b>2.10. ANALISIS SENSORIAL DE LOS ALIMENTOS.....</b>	<b>21</b>
<b>2.10.1 pruebas de aceptación.....</b>	<b>21</b>
<b>2.10.2 Escalas Hedónicas.....</b>	<b>21</b>
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.1 Localización.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.2 Análisis estadístico.....</b>	<b>22</b>
<b>3.2 METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE ALMIDÓN DE ÑAME.....</b>	<b>23</b>
<b>3.2.1 Descripción.....</b>	<b>25</b>

<b>3.3 METODOLOGÍA UTILIZADA PARA EL DESARROLLO DE LA EMULSIÓN CÁRNICA.....</b>	<b>26</b>
<b>3.4 DESCRIPCIÓN PARA EL DESARROLLO DE LA EMULSIÓN CÁRNICA.....</b>	<b>27</b>
<b>3.5 METODOLOGÍA PARA LOS ANÁLISIS DE LA EMULSIÓN CÁRNICA.....</b>	<b>30</b>
<b>3.5.1 Determinación de las propiedades tecnofuncionales.....</b>	<b>30</b>
<b>3.5.1.1 Capacidad de Retención de Agua (CRA).....</b>	<b>30</b>
<b>3.5.1.2 Determinación de PH.....</b>	<b>30</b>
<b>3.6 Determinación del Perfil De Textura (TPA).....</b>	<b>32</b>
<b>3.6 Determinación de la Estabilidad.....</b>	<b>32</b>
<b>3.6 ANÁLISIS SENSORIAL.....</b>	<b>33</b>
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>35</b>
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>53</b>
<b>6. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>55</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>56</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>65</b>

## LISTA DE TABLAS

Pág.

<b>Tabla N°1.</b> Definición y cálculo de los términos de textura.....	20
<b>Tabla N°2.</b> Tratamientos utilizados para las distintas formulaciones...	26
<b>Tabla N°3.</b> Formulación utilizada para cada una de las emulsiones cárnicas (Salchicha).....	27
<b>Tabla N°4.</b> Escala hedónica para evaluar la aceptabilidad del producto.....	33
<b>Tabla N°5.</b> Resultados de Capacidad de retención de agua para las emulsiones cárnicas.....	34
<b>Tabla N°6.</b> Anova para CRA.....	35
<b>Tabla N°7.</b> Resultados de pH.....	36
<b>Tabla N°8.</b> Anova para pH.....	37
<b>Tabla N°9.</b> Resultados de Estabilidad para el día 1.....	39
<b>Tabla N°10.</b> Anova para Estabilidad del día 1.....	39
<b>Tabla N°11.</b> Resultados de Estabilidad para el día 4.....	41
<b>Tabla N°12.</b> Anova para Estabilidad del día 4.....	41
<b>Tabla N°13.</b> Comparación de la Prueba de Hipótesis para los distintos días.....	44
<b>Tabla N°14.</b> Resultados de TPA para los distintos tratamientos.....	45

<b>Tabla N°15.</b> Prueba de Kruskal Wallis para el Sabor.....	49
<b>Tabla N°16.</b> Prueba de Kruskal Wallis Apariencia.....	50
<b>Tabla N°17.</b> Prueba de Kruskal Wallis para color.....	51
<b>Tabla N°18.</b> Prueba de Kruskal Wallis Textura.....	51

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura N°1.</b> Diagrama de flujo para la extracción de ñame espino ( <i>Dioscórea rotundata</i> .).....	25
<b>Figura N°2:</b> Diagrama de flujo para la elaboración de la emulsión cárnica.....	30
<b>Figura N°3:</b> Comparación de la Estabilidad Vs Días.....	44

## LISTA DE GRAFICOS

	<b>Pág.</b>
<b>Grafica 1.</b> Producción mundial de ñame.....	6
<b>Grafica 2.</b> Producción nacional de ñame en ton.....	7
<b>Grafica 3.</b> pH Vs Tratamientos.....	38
<b>Grafica 4.</b> Estabilidad Vs Tratamientos (Día 1).....	40
<b>Grafica 5.</b> Estabilidad Vs Tratamientos (Día 4).....	42
<b>Grafica 6.</b> Curva TPA de la emulsión cárnica empleando diferentes porcentajes de mezclas de almidón de yuca y almidón de ñame.....	48

## ANEXOS

<b>Anexo A.</b> Procedimiento para la obtención de almidón de ñame.....	69
<b>Anexo B.</b> Procedimiento de Elaboración de la Emulsión cárnica.....	70
<b>Anexo C.</b> Determinación de capacidad de retención de agua para los diferentes tratamientos de la emulsión cárnica.....	71
<b>Anexo D.</b> Determinación de pH de la emulsión cárnica para los diferentes tratamientos.....	71
<b>Anexo E.</b> Medición de perfil de textura (TPA), para los distintos tratamientos de las emulsiones cárnicas.....	71
<b>Anexo F.</b> Determinación de estabilidad a través de diferencia de peso para los distintos tratamientos.....	72
<b>Anexo G.</b> Formato empleado para evaluar a preferencia de los catadores.....	73
<b>Anexo H.</b> Panel de catadores.....	74
<b>Anexo I.</b> Prueba de Tukey al 5% para los tratamientos PH.....	74
<b>Anexo J.</b> Ilustración sobre las asociaciones entre los tratamientos para los 50 catadores por variable.....	75
<b>Anexo K.</b> Ilustración sobre Variables simultaneas.....	77

## RESUMEN

Los almidones nativos constituyen hoy en día, un importante ingrediente en las industrias alimentarias; se utilizan como aglutinantes, espesantes, gelificantes, humectantes y texturizantes; son de gran importancia desde el punto de vista comercial y ampliamente empleados en la fabricación de emulsiones cárnicas, su principal objetivo es su capacidad ligante, aumentar la capacidad para retener humedad y darle consistencia al producto, durante su procesamiento y posterior almacenamiento.

Por presentar estas grandes ventajas a nivel alimenticio, se realizó una investigación de tipo experimental, la población como objeto de estudio fue el almidón de ñame espino (*Dioscorea rotundata*), evaluándose las propiedades texturales, funcionales (CRA y pH) y organolépticas de una emulsión cárnica, empleando como aglutinante mezclas de almidón de ñame espino (*Dioscorea rotundata*) y el almidón de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*) en proporciones de 50, 60, 80 y 100 % (control).

Los resultados obtenidos muestran que en la CRA y EE, no hay diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre el control y entre los tratamientos, mientras que en el pH si hay diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos y el control

Por otra parte, se encontró que análisis de textura (TPA), existió diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) para los parámetros de dureza, masticabilidad, mientras que la cohesividad y elasticidad no presentaron



diferencias significativas ( $p > 0,05$ ). El análisis sensorial reveló que los panelistas no identificaron diferencia significativa ( $p > 0,05$ ), permitiendo inferir que la inclusión de mezclas de almidón de ñame y almidón de yuca no afecta la aceptabilidad de los productos, lo cual corrobora que la viabilidad de utilizar almidón de ñame espino como sustancia ligante en productos cárnicos que lleven procesos de cocción.

***Palabras claves:*** Ñame, Aglutinante, Emulsión cárnica, Estabilidad, Aceptabilidad, cohesividad, masticabilidad, elasticidad, gomosidad, dureza.

## ABSTRAC

Native starches are today, an important ingredient in the food industries; They used as binders, thickeners, gelling agents, humectants and texturizing; They are of great importance from a commercial standpoint and widely used in the manufacture of meat emulsions, their main objective is their binding capacity, increasing the capacity to retain moisture and give consistency to the product during processing and subsequent storage.

By presenting these great advantages to food level, experimental research was conducted, the population as an object of study was the hawthorn yam starch, evaluating the textural, functional (CRA and pH) and organoleptic properties of a meat emulsion, using as starch binder mixtures Hawthorn yam (*Dioscorea rotundata*) and cassava starch (*Manihot esculenta Crantz*) at rates of 50, 60, 80 and 100% (control).

The results show that the CRA and EE, no significant differences ( $p > 0.05$ ) between control and different treatments, while the pH if there are significant differences ( $p < 0.05$ ) between treatments and the control

Moreover, it was found that texture analysis (TPA), there was significant difference ( $p < 0.05$ ) for the parameters of hardness, chewiness, while cohesiveness and springiness were not significantly different ( $p > 0.05$ ). Sensory analysis revealed that the panelists identified no significant difference ( $p > 0.05$ ), allowing infer that the inclusion of starch blends

yam and cassava starch does not affect the acceptability of products, which confirms that the feasibility of using Hawthorn yam starch as a binder substance in meat products bearing cooking processes.

***Keywords:*** Yam, Binder, meat emulsion, stability, Acceptability, cohesiveness, chewiness, elasticity, gumminess, hardness.

## **INTRODUCCIÓN**

Los almidones obtenidos a partir de tubérculos como materia prima en la elaboración de productos convencionales, se han convertido en una forma de incrementar la producción y demanda de estos (Pacheco y Techeira, 2009).

Los almidones de raíces y tubérculos son más fáciles de extraer a diferencia de almidones de cereales que emplean procesos más industrializados y tecnificados (Torres y Montero, 2013).

Almidones de diferentes fuentes como cereales, raíces, tubérculos y leguminosas son ampliamente utilizados en la industria alimentaria y farmacéutica, en la primera se utilizan como un insumo vital para la industria de alimentos como estabilizadores, emulsificantes, mejoradores de textura y otros, se usan principalmente en la fabricación de emulsiones para dar consistencia al producto (Marroquín, 2011) donde sus propiedades funcionales juegan un papel determinante en la calidad del producto final (Guizar et al., 2008).

En la actualidad, la industria de los almidones ha estado condicionada a unos cuantos cultivos tradicionales: maíz, papa, trigo, arroz y yuca (Acuña, 2012). Es por esto que desde hace algún tiempo se ha venido estudiando la incorporación de materias primas no convencionales, (harina y almidones) provenientes de raíces y tubérculos de origen regional, que sean de importancia comercial y nutricional (Acuña, 2012). En este orden de ideas, la alta demanda que tienen en este momento las materias primas convencionales destinadas a la producción de almidón, convierte a este tubérculo en una alternativa de fuente de carbohidratos importante para la elaboración de almidones que representan importantes beneficios a la hora de modificar la textura y consistencia de los alimentos (Montes et al., 2008).

El ñame espino (*Dioscorea rotundata*) es un cultivo de pequeños y medianos agricultores, que constituye en muchas regiones la principal fuente de ingresos, de empleo rural y de oferta de alimento a sus pobladores y además es un producto de exportación. En Colombia, el ñame se usa para alimentación de la población de la Costa Atlántica; es cultivado por pequeños y medianos agricultores y constituye la principal fuente de ingresos y de empleo rural en muchas zonas (Sánchez y Hernández, 2003).

Es importante desarrollar procesos que generen valor agregado a este producto como es la obtención de almidón que puede ser utilizado como una alternativa para la elaboración de productos cárnicos donde el

almidón de ñame actúe como aglutinante debido a que mejora características como: textura, sabor y mayor viscosidad que otros almidones como el de yuca, en la elaboración de productos cárnicos (Vargas y Hernández, 2012).

Colombia posee la mayor tasa de rendimiento en el cultivo de ñame a nivel mundial, con una creciente demanda en el mercado externo, cuenta con el mayor rendimiento por hectárea sembrada de 28,3 ton a nivel nacional y 0,8% a nivel mundial, debe llamar la atención no solo de los pequeños agricultores, sino también de asociaciones y entidades directamente vinculadas con el eficiente desarrollo de este cultivo (Acevedo, et al, 2014).

Características del proceso productivo como la calidad de la semilla, el tipo de siembra, el terreno y la variedad de semilla o existencia de clones, son determinantes para lograr un buen nivel de rendimiento (Aguilera, 2011). Por otro lado de la harina y productos derivados del ñame se puede obtener almidón (Ezeh, 1992), principal componente de los rizomas con un 75% de la materia seca (Moorthy, 1989).

Mediante la presente investigación se pretendió demostrar que el ñame espino (*Dioscorea rotundata*) es un posible sustituto de almidones comerciales empleados en la elaboración de productos cárnicos, ya que las propiedades texturales, funcionales y organolépticas evaluadas en una emulsión cárnica, no presentaron diferencias significativas con respecto a las del almidón de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*).

## **2. MARCO TEORICO**

### **2.1 ÑAME**

#### **2.1.1 Definición.**

El ñame es una planta tropical de origen africano y asiático. Perteneciente a la familia *Dioscoreáceas* la cual tiene 6 géneros pero Dioscórea es el más importante con 600 especies identificadas y sólo 12 especies son comestibles (Vidal, 2010).

El tubérculo posee una raíz comestible, la cual es muy apetecida por su valor nutritivo y rico sabor. La parte exterior de la planta es una enredadera trepadora con tallos (bejucos) con longitud de más de 3 m, además estas especies poseen hojas de forma acorazonada y se propagan por rajadas (trozos), cada una con dos o tres yemas (Murgas y Vásquez, 2012).

### **2.1.2 Composición.**

Trabajos de investigación realizados por Fu et al., (2004), Blanco y Fernández , (2004), Chou et al., (2006), Pacheco et al., (2008), muestran que el ñame crudo presenta un elevado contenido de humedad (entre 75 y 80%), y que está constituido principalmente por carbohidratos; de los cuales el almidón corresponde al 75 a 84% del peso seco del tubérculo.

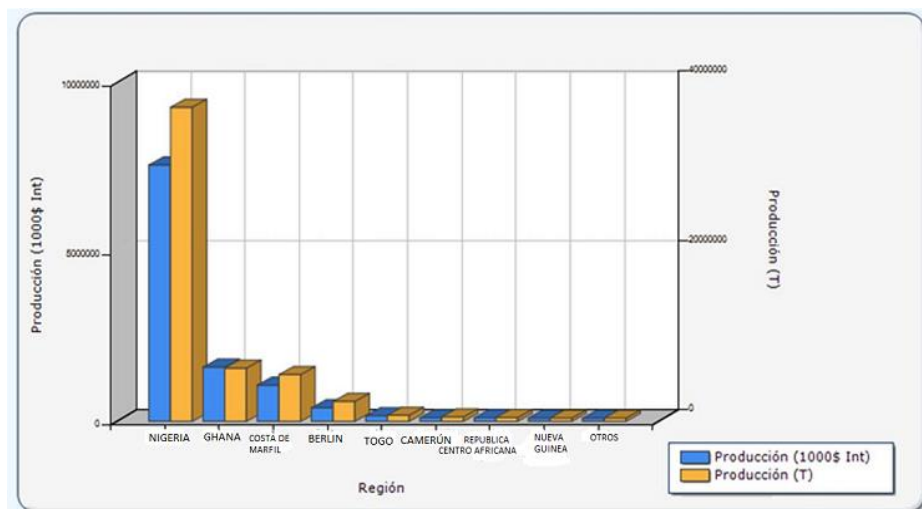
Además, se observa que existen cantidades apreciables de las fracciones de proteínas (Entre un 4% y un 13%), fibra dietética (Entre el 4% y el 9%) y cenizas (entre el 2% y 3,5%); de acuerdo con Chou et al., (2006), el ñame es el único representante del grupo de raíces y tubérculos tropicales que muestra valores tan elevados de proteína cruda, con un buen balance de aminoácidos esenciales para la nutrición humana (Techeira, 2008).

## **2.2 PRODUCCIÓN DE ÑAME**

### **2.2.1 Producción Mundial**

Como se observa en el gráfico 1, Nigeria es el principal productor mundial de ñame, seguido, por Ghana y Costa de Marfil. Nigeria reportó una producción de 37.115.510 toneladas; en 2011, la producción reportada por Colombia, que ocupó el 10º, lugar fue de 396.613 toneladas para ese mismo año (FAO, 2011).





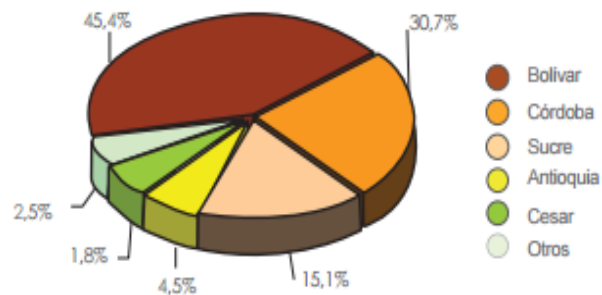
**Grafica 1.** Producción mundial de ñame. Fuente: FAO 2011

### 2.2.2 Producción Nacional

A nivel nacional se producen 396.613 toneladas de ñame de las cuales el 45,5% correspondió a Bolívar, el 30,7% a Córdoba y el 15,1% a Sucre (grafica 2). En rendimientos se destaca Cesar con 15 toneladas por hectárea, mientras que los principales productores Bolívar, Córdoba y Sucre registraron rendimientos de 11,6, 10,6 y 10,2 toneladas por hectárea respectivamente. (Agronet, 2011).

De acuerdo con los registros del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural 2012- 2013, los rendimientos promedio a nivel nacional son de 11 ton/ha, con mínimas diferencias entre variedades. Así por ejemplo, el ñame diamante presenta rendimientos de 11,8 ton/ha y el ñame espino 11,9 ton/ha.

La participación de los departamentos de la región Caribe en la producción de ñame en Colombia ha sido constantemente mayoritaria, respecto a otras regiones y departamentos del país. En el período 1987-2010 la participación de la región Caribe se ubicó por encima del 89%, siendo los primeros años los de mayor aporte, mientras que a partir del 2000 se observó una leve disminución debido a la entrada de otros departamentos, sin que esto cambiara su condición de mayor productor (Reina, 2012).



**Grafica 2.** Participación nacional de ñame en Ton **Fuente:** Agronet 2011.

### 2.2.3 Producción Regional

La actividad agrícola del departamento de Córdoba se concentra en varios productos autóctonos de la región, ocupando el ñame el segundo puesto con un 14,16%; a nivel departamental entre las zonas de mayor producción sobresalen, Chinu, Sahagún, Pueblo Nuevo, Ciénega de Oro y

Moñitos. La producción en Córdoba en el año 2011 fue aproximadamente de 121.823 toneladas (Ministerio de Agricultura y desarrollo rural, 2011).

### **2.3 ÑAME ESPINO (*Dioscórea rotundata*)**

El ñame espino es el más cultivado en el Caribe Colombiano y se conoce en otros países como ñame blanco. El tubérculo es aproximadamente de forma cilíndrica, la piel es lisa y de color marrón, y la carne por lo general de color blanco y firme. La función del tubérculo en su mayor parte (zona central) es la de almacenamiento de gránulos de almidón, algunas especies de ñame (*D. rotundata*) los concentran más que otras especies (Gamero, 2000).

## **2.4 ALMIDÓN**

### **2.4.1 Definición**

El almidón es un polisacárido, y constituye la mayor fuente energética de las plantas, sus gránulos tienen diferentes tamaños (diámetros entre 10 a 100  $\mu\text{m}$ ) y formas (redonda, elíptica, ovalada, lenticular o poligonal) dependiendo de la fuente biológica de donde se originen, pueden ser semicristalinos e insolubles en agua a temperatura ambiente (Vandeputte y Delcour, 2004). Su contenido de amilosa y amilopectina, temperatura de gelatinización, consistencia del gel y textura, comportamiento viscoso y propiedades térmicas, permite la utilización de este polisacárido en la industria alimentaria (Singh et al., 2005).

Los almidones conocidos comercialmente se obtienen de las semillas de cereales, particularmente de maíz (*Zea mays*), trigo (*Triticum spp.*), varios tipos de arroz (*Oryzasativa*), y de algunas raíces y tubérculos, particularmente de patata (*Solanumtuberosum*), batata (*Ipomoea batatas*) y mandioca o yuca (*Manihotesculenta*). Los almidones poseen numerosas posibles aplicaciones en los alimentos dentro de los cuales se incluyen las siguientes: adhesivo, ligante, enturbiantes, formador de películas, estabilizante de espumas, agente antienviejimiento de pan, gelificante, glaseante, humectante, estabilizante, texturizante y espesante (Murgas y Vásquez, 2012).

Mendoza et al., (2007) evaluaron el almidón de ñame espino (*Dioscorea rotundata*), como estabilizantes en un yogurt tipo batido con el propósito de dar nuevas alternativas de uso agroalimentario, de su estudio concluyeron que el uso de este nuevo ingrediente contribuyó al aumento de la viscosidad durante el almacenamiento del yogur, no afectando el comportamiento reológico que lo caracteriza, ni mucho menos sus características físicoquímicas y sensoriales (Mendoza et al., 2007).

#### **2.4.2 Propiedades del almidón**

El almidón es un polvo blanco, amorfo, plástico, cuya densidad es 1,6 mg/ml, que a veces se caracteriza por un brillo peculiar. Es insoluble en agua, alcohol y éter (Murgas y Vásquez, 2012).

Al microscopio presenta características definidas, pudiéndose identificar fácilmente. Químicamente, es un hidrato del carbono (oxígeno, nitrógeno y carbono). Su procedencia se distingue por el tamaño y la forma de los gránulos. En virtud de su forma podemos dividir los almidones en 5 clases:

- Almidones de gránulos en forma de óvalos grandes formando anillos concéntricos y con el núcleo (hilum) colocado excéntricamente. Ejemplo: la papa.
- Almidones de gránulos ovoides usualmente formando anillos concéntricos, con núcleo irregular. Ejemplo: las leguminosas.
- Almidones de gránulos ovoides con núcleo central. Ejemplo: el trigo.
- Almidones de gránulos trancos en uno de los extremos. Grupo del sagú. Ejemplo: la yuca
- Almidones cuyos gránulos forman ángulos pequeños y poligonales. Ejemplo: el arroz (Murgas y Vargas, 2012).

Alvis et al., (2008), estudiaron el análisis físico-químico y morfológico de almidones de ñame, yuca y papa, en donde a través de un estudio de microscopia óptica de almidones nativos, encontraron las formas regulares de los gránulos nativos de diferentes almidones, siendo el de ñame de forma lenticular y redonda.

## **2.5 ALMIDÓN DE ÑAME**

Las harinas y almidones obtenidos a partir de diferentes variedades de ñame presentan ciertas propiedades funcionales, entre las cuales destaca la ausencia de un máximo de viscosidad y la estabilidad de las suspensiones a altas temperaturas y bajos valores de pH determinando su aplicación en la fabricación de productos que mantengan su viscosidad estable durante una fase de calentamiento constante como es el caso de las mezclas de sopas y pudines instantáneos (Pacheco, 2009)

Los contenidos de amilosa de los almidones de ñame muestran valores de 27 a 30% (p/p) superior a los de la yuca y el maíz. Las propiedades funcionales mostradas por los almidones de ñame son contrarias a las presentadas por la yuca. Los almidones presentan mayor temperatura de gelatinización, bajas viscosidades y fuertes tendencias a la retrogradación, comportamiento semejante al almidón de maíz (Cordero y Negrete, 2004).

El almidón nativo del ñame puede ser utilizado en la fabricación de alimentos tales como productos de panadería, salsas, mermeladas y productos congelados (Acuña, 2012).

## 2.6 ALMIDÓN DE YUCA

La yuca (*Manihot esculenta Crantz*) es una raíz tropical con alto contenido de almidón y es uno de los principales productos alimenticios para cerca de 600 millones de personas en África, Asia, y Latino América. La principal ventaja del cultivo sobre los cereales es la flexibilidad en el tiempo de cosecha, que lo convierte en un excelente recurso alimentario (Lenis et al., 2006).

El almidón de yuca, es una harina que se obtiene en pequeños establecimientos agroindustriales rurales llamados rallanderías, cuyo principal producto es el almidón agrio. En el proceso de extracción del almidón en las rallanderías se pueden distinguir las siguientes etapas: lavado, rallado, filtración (de la cual sale una lechada de almidón) y sedimentación (de la cual sale una pasta de almidón) (Acosta et al., 2006), posee alrededor del 90% de almidón en base seca (Linden, 1996; Ruales, 1993); El almidón de yuca tiene un 17% de amilosa y un 83% de amilopectina (Linden, 1996; Ruales, 1993). La temperatura de gelatinización se encuentra en el rango de 65 – 70°C (Ruales, 1993).

Acosta y Blanco, (2013), evaluaron el comportamiento de diferentes almidones nativos colombianos para determinar su posible uso como ingrediente en la industria de alimentos, entre los cuales se encuentra el almidón de yuca y almidón de ñame espino, dentro de las comparaciones encontraron que, los porcentajes de amilosa del almidón de ñame son

mayores en comparación con el almidón de yuca que reportó 28%, y el almidón de ñame un 35%, en cuanto a la temperatura de gelatinización o hidratación, el almidón de ñame presentó una temperatura de  $74\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,99$ , mientras que el almidón de yuca  $71,75\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,41$ , de acuerdo con Tester (2004), las temperaturas de gelatinización se encuentran en un rango de 60 a  $85\text{ }^{\circ}\text{C}$  dependiendo de varios factores, entre los que se incluyen, la fuente de almidón, las cantidades relativas de amilosa y amilopectina, y la cantidad de humedad disponible para la hidratación.

Lamberti (2004), plantea que cada almidón tiene un diferente grado de cristalización y por lo tanto se hincha y gelatiniza en distintas condiciones de temperatura. Una mayor temperatura de gelatinización en almidones nativos, refleja una mayor estabilidad interna del gránulo de almidón, normalmente asociada a una mayor presencia de zonas semicristalinas y a un menor contenido de amilopectina.

Por otra parte, el poder de hinchamiento de los almidones, se define como la capacidad que tiene este de absorber agua líquida a determinada temperatura, y se expresa como las veces que puede atrapar su propio peso en esta. Este proceso es dependiente de la temperatura, y es mayor en tanto se acerque a su temperatura de gelificación, Acosta y Blanco, (2013) determinaron los valores de hinchamiento de los almidones a una temperatura  $95^{\circ}\text{C}$ , mostraron que el almidón que presentó mejor capacidad de hinchamiento fue el almidón de ñame con 26,58% con respecto al de la yuca que obtuvo 9,65%; indicando que a mayor poder



de hinchamiento se atrapa mayor cantidad de agua y gana viscosidad rápidamente.

## **2.7 AGLUTINANTES CÁRNICOS:**

Sustancias que se esponjan al incorporar agua, lo que facilita la capacidad fijadora de agua; También mejoran la cohesión de las partículas de los diferentes ingredientes (Montañez y Pérez, 2007).

Por otra parte son una mezcla de almidones especialmente diseñada para utilizar en la industria cárnica. Recomendado para adicionar en embutidos frescos, morcillas y pastas finas cocidas (Montañez y Pérez, 2007).

Las principales funciones de los almidones son: espesante, ligante, absorbentes de humedad y jugos remanentes de la pasta, facilitando de este modo la obtención de una masa homogénea y elástica. En consecuencia, al enfriarse el producto, no se producen desgarramientos en las operaciones posteriores de corte. Asimismo se mejora el brillo y la presentación del producto. El punto de gelificación es bajo. Las cantidades de uso, varían de acuerdo a la calidad de la carne, la composición del fiambre y del tipo de producto a elaborar. En pastas finas cocidas, según las condiciones, hasta un 10 -15 %, chorizos frescos 2 a 3%, morcillas 5 a 6% (Montañez y Pérez, 2007).

## **2.7.1 TIPOS DE AGLUTINANTES**

### **2.7.1.1 De origen animal**

- Transglutaminasa: agente aglutinante de agua y grasa
- Caseinato de calcio: agente aglutinante de agua y grasa
- Gelatina: agente aglutinante de agua y grasa de productos que son tratados con temperatura.
- Huevo: Agente aglutinante de agua y grasas, y efecto extensor en embutidos (Quezada, 2013).

### **2.6.1.2 De origen vegetal:**

- Proteína de soya y Gluten de trigo: Agente aglutinante de agua y grasas en productos que son tratados con temperatura (Quezada, 2013).

## **2.8 EMULSIÓN CÁRNICA**

La emulsión cárnica se define como un sistema de dos líquidos (grasa y agua), la fase dispersa es el aceite o grasa y la fase continua es el agua. El agente emulsificante que le otorga estabilidad a la emulsión, está conformado por proteínas solubles, específicamente miofibrilares (actina y miosina). Estas proteínas se orientan con la porción hidrofóbica hacia el glóbulo graso y la porción hidrofílica hacia la fase acuosa (Marroquin, 2011).

Cuando la fase grasa está en contacto con la fase acuosa hay un aumento de tensión interfacial y el proceso de emulsificación requiere considerable aumento de energía (López et al., 1995)

Las proteínas miofibrilares forman una película alrededor de los glóbulos de grasa, de forma que cuando se someten al tratamiento térmico, coagulan y forman una red o malla proteica muy consistente, que retiene el agua y la grasa, lo que indica que si la calidad, la concentración de proteína miofibrilar disponible y la relación proteína-grasa no son los adecuados estos serían factores que afectan la capacidad y estabilidad de las emulsiones (Restrepo et al., 2001).

### **2.8.1 Propiedades Funcionales De Las Emulsiones Cárnicas.**

**2.8.1.1 pH:** Tiene una influencia definitiva sobre la capacidad de retención agua y la capacidad de emulsión de la carne, este es un factor que influye de forma significativa sobre la CRA; es decir, si hay valores altos de pH (5.8 o más) producen un incremento en esta, obteniéndose un color más oscuro y una textura más basta, favoreciendo la alteración microbiana; si los valores son más bajos (5.5 o menos) se obtendría una coloración pálida y una textura muy delgada (López, 1991).

El punto isoeléctrico es el pH en el cual todos los grupos de cadenas laterales están cargados eléctricamente, siendo el número de cargas positivas igual al número de cargas negativas. Bajo estas condiciones, se alcanza el máximo de puentes de sal entre las cadenas peptídicas, y la

carga neta es igual a cero. El punto isoeléctrico de la carne, cuando la CRA es la mínima, se sitúa en un rango de pH que oscila entre 5 y 5.4, coincidiendo con el valor de pH de la carne una vez que el rigor mortis ha quedado establecido (Blandón, 2013).

Al existir un aumento o disminución en el pH de la carne, en el cual se aleja del punto isoeléctrico se obtendrá un desequilibrio de cargas eléctricas, y la resultante será un incremento en la CRA. Si llegan a predominar cargas positivas o cargas negativas, la resultante sería una repulsión de los grupos proteicos portadores de cargas iguales, y la CRA aumentaría considerablemente. La repulsión aludida podría compararse al efecto de dos imanes cuyas cargas fuesen iguales (Blandón S, 2013).

#### **2.8.1.2 Capacidad de Retención de Agua.**

Corresponde al porcentaje de agua que la carne es capaz de retener cuando se le somete a la acción de fuerzas externas (operaciones de cortado, presión, tratamiento térmico) (Espinoza, 2011).

Para la industria transformadora de carnes representa la habilidad que tiene la carne para retener el agua contenida o agregada, de tal forma que no se separe en las diferentes operaciones de transformación (Restrepo *et al.*, 2001).

Según Honikel (1988), la CRA se define cómo la capacidad que tiene la carne para retener el agua tanto propia como añadida cuando se le somete

a un tratamiento o fuerza exterior tal como corte, centrifugación o gravedad.

## **2.9 ANALISIS DE TEXTURA.**

La textura de los alimentos está principalmente determinada por el contenido de humedad y grasa, el tipo y cantidad de proteínas y carbohidratos estructurales. Las pérdidas y cambios en estos componentes tienen una influencia sobre la textura (Aktas y Kaya, 2001), La ternera es la cualidad de la carne de dejarse cortar y masticar antes de la deglución, que está directamente ligada a la resistencia mecánica del producto consumible. La carne puede considerarse como la suma de tres elementos: facilidad de penetración de los dientes en la carne al inicio de la masticación, facilidad de fragmentación de la carne y cantidad de residuo que queda en la boca terminada la masticación (Grupo UCO, 2005).

Igor y Velásquez (2010), analizaron las propiedades de textura durante el almacenamiento de salchichas elaboradas a partir de tilapia roja (*Oreochromis sp.*), para evaluar la textura en productos elaborados, los autores utilizaron el método de “Análisis de perfil de textura” (TPA) para medir objetivamente este parámetro, el cual imita el proceso de masticación. El objetivo del su estudio fue definir los parámetros asociados al perfil de textura y al esfuerzo al corte para las salchichas elaboradas a partir de tilapia roja y evaluar el desempeño de estos

parámetros a lo largo del ciclo de almacenamiento, dichos parámetros fueron: cohesividad, dureza, elasticidad, gomosidad y masticación.

**2.9.1 Análisis de perfil de textura (TPA).** El TPA es un análisis que se realiza en el campo de los alimentos, y se utiliza para medir y cuantificar las propiedades físicas relacionadas con la textura, que establecen el comportamiento de los sólidos cuando se produce compresión y relajación en los alimentos (Hitch, 2010). Los parámetros evaluados para TPA fueron definidos por Bourne (1978) y Szeszaniak (2002), tabla 1.

**Tabla 1.** Definición y cálculo de los términos de textura.

<b>Parámetro</b>	<b>Definición</b>	<b>Determinación</b>	<b>Unidades</b>
<b>Fracturabilidad</b>	Fuerza necesaria para fracturar la muestra	Fuerza en la primera ruptura significativa de la muestra	Newton (N).
<b>Dureza</b>	Fuerza necesaria para lograr una deformación determinada.	Máxima fuerza durante el primer ciclo de compresión.	Newton (N)
<b>Adhesividad</b>	Trabajo necesario para vencer la fuerza de atracción entre la muestra y una superficie.	Área negativa después del primer ciclo de compresión. Representa el trabajo necesario para separar la superficie del equipo y la muestra.	Joule (J)
<b>Cohesividad</b>	Fuerza de los enlaces internos que mantienen la estructura de la muestra. Representa la resistencia de un material a una segunda deformación con relación a como este se comportó en un primer ciclo de deformación.	Relación entre el área positiva del segundo ciclo de compresión ( $A_2$ ) y el área positiva del primer ciclo ( $A_1$ ). Excluyendo la porción de áreas durante la descompresión de la muestra.	Adimensional
<b>Elasticidad</b>	Capacidad que tiene una muestra deformada para recuperar su forma o longitud inicial después de que la fuerza aplicada es retirada	El cociente $L_2/L_1$	Adimensional
<b>Gomosidad</b>	Fuerza necesaria para desintegrar una muestra de alimento a un estado tal que facilite su ingesta.	Producto de la dureza y la cohesividad.	Newton (N)
<b>Masticabilidad</b>	Fuerza necesaria para masticar un alimento hasta un estado tal que permita su ingesta.	Producto de a dureza, cohesividad y elasticidad.	Newton (N)

**Fuente.** Alvarado, 2006

## **2.10 ANALISIS SENSORIAL DE LOS ALIMENTOS**

La evaluación sensorial es una herramienta que le permite valorar la percepción por parte del consumidor de un producto, a través de los órganos sensoriales como son la vista, el olfato, el oído, el gusto y el tacto, obteniendo resultados que permiten determinar cómo el procesamiento y la formulación de un producto afecta la aceptabilidad de un alimento (Espinilla et al., 2008).

### **2.10.1 Pruebas de aceptación:**

Las pruebas de aceptación también se conocen como de nivel de agrado (Clark et al., 2009), se emplean para determinar el grado de aceptación de un producto por parte de los consumidores y según su tipo permiten medir cuánto agrada o desagradó dicho producto. La aceptabilidad de un producto generalmente indica el uso real del producto (compra y consumo) (Ramírez, 2012).

### **2.10.2 Escalas hedónicas.**

Generalmente para el análisis sensorial se emplean escalas hedónicas con el objetivo de asegurar la validez de los métodos estadísticos paramétricos utilizados corrientemente en el procesamiento de los resultados, también permiten ordenar muestras, de acuerdo a la magnitud de una sola característica del producto o de acuerdo a la aceptabilidad o preferencia, además indican el grado de diferencia entre muestras (Torricella et al., 2007).



### **3. MATERIALES Y MÉTODOS.**

#### **3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES**

##### **3.1.1 Localización:**

La investigación se llevó a cabo en la planta piloto del departamento de Ingeniería de Alimentos y en el laboratorio de GIPAVE de la Universidad de Córdoba, sede Berástegui; ubicada en el municipio de Ciénega de Oro, departamento de Córdoba- Colombia; quien cuenta con una temperatura promedio 30°C, humedad relativa 80%, a una altura de 20 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m) y una presión atmosférica promedio de 752 mmHg; situada geográficamente en las coordenadas 8°40`26” de latitud Oeste con respecto al meridiano de Greenwich.

##### **3.1.2 Análisis Estadístico.**

Se desarrolló un diseño experimental completamente al azar, con tres repeticiones; cada muestra se analizó por triplicado. Las variables independientes o factores fueron: el almidón de ñame y los porcentajes de

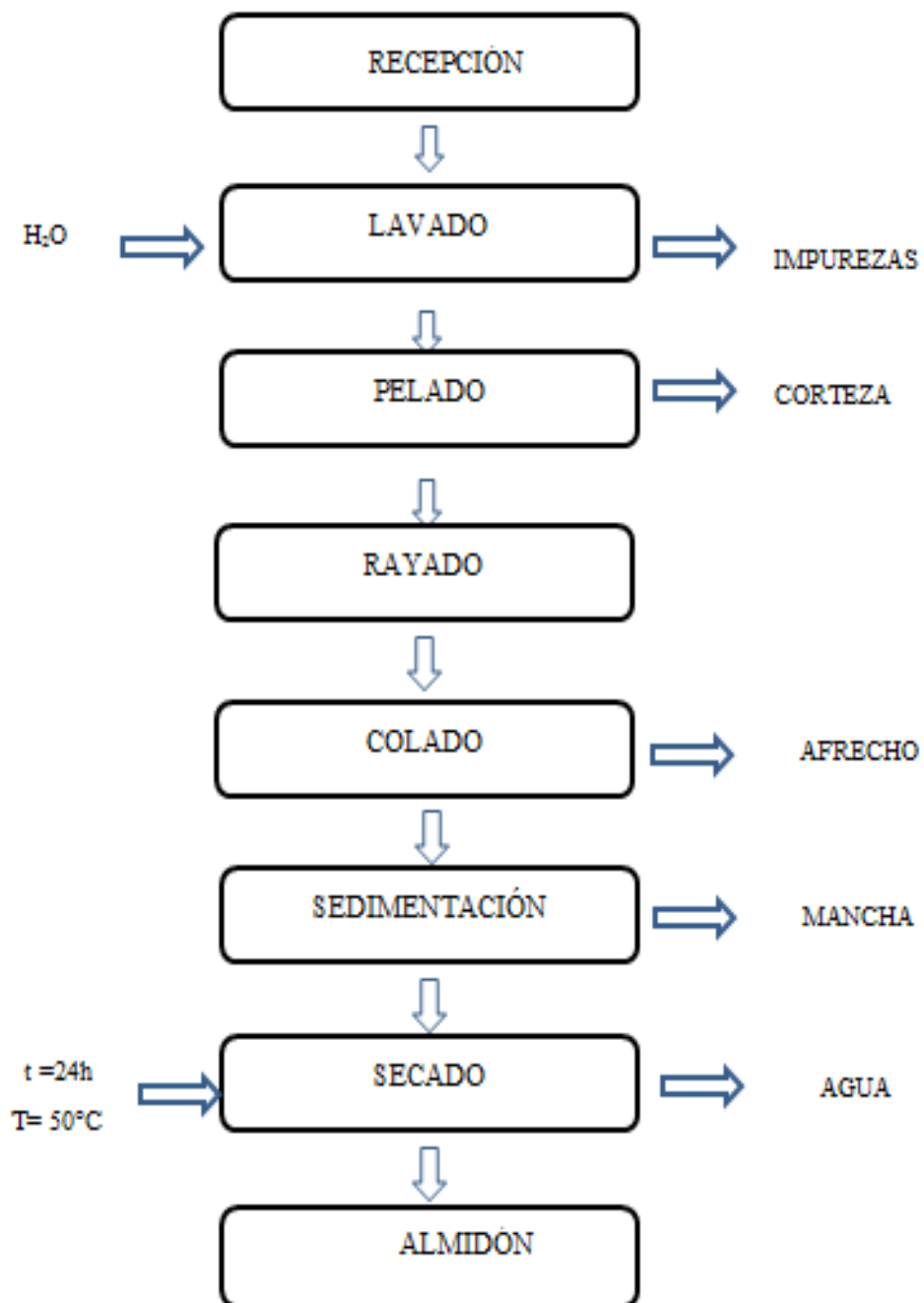
Sustitución: 50%, 60% y 80% y un control con 100% de Almidón de yuca. Las variables respuestas fueron: estabilidad, capacidad de retención de agua, pH ,TPA y sensorial, las cuales se estimaron en base a los programas estadísticos R, Spad y SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), complementado con un análisis descriptivo y ANOVA.

### **3.2 METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DEL ALMIDÓN DE ÑAME**

Para la obtención del almidón se utilizaron rizomas frescos de ñame espino (*Dioscórea rotundata*), obtenido del programa de Ingeniería Agronómica perteneciente a la Universidad de Córdoba.

Para la extracción del almidón de ñame espino (*Dioscórea rotundata*) se siguió el procedimiento descrito por Alarcón y Dufour (2002) para almidón de yuca. (Anexo A).

En la figura 1 se muestra el diagrama de proceso para la extracción del almidón de ñame espino (*Dioscórea rotundata*) con los respectivos tiempos y temperaturas utilizadas durante el proceso de obtención, descritos a continuación.



**Figura 1:** Diagrama de flujo para la extracción de ñame espino (*Dioscorea rotundata*)

### 3.2.1 Descripción de proceso:

- **LAVADO:** Es una operación manual que consistió en retirar las impurezas adheridas a la cascara y el material no deseado en el proceso.

- **PELADO:** Se realizó de forma manual, se utilizaron cuchillos; esta operación se ejecutó con el propósito de extraer toda la corteza.

- **RAYADO:** Esta operación tuvo como objetivo liberar el almidón contenido dentro de las células, y fue realizado de forma manual; utilizando un rayador.

- **TAMIZADO:** Consistió en separar la solución de agua y almidón, para este proceso se utilizó un lienzo como colador, donde la masa rallada fue lavada con abundante agua y el almidón se recibía en un recipiente plástico.

- **SEDIMENTADO:** Esta operación tuvo como objetivo la sedimentación del almidón, en esta etapa se utilizaron canecas plásticas; se dejó en reposo por un tiempo de 24horas.

- **SECADO:** Una vez cumplido el tiempo de proceso de sedimentación y realizar la extracción del agua, el almidón fue llevado a la estufa por un tiempo de 24horas, a una temperatura de 50°C; con el objetivo de evaporar el agua sobrante.

### 3.3 MÉTODOLÓGIA UTILIZADA PARA EL DESARROLLO DE LA EMULSIÓN CÁRNICA.

Una vez obtenido el almidón se realizaron las diferentes formulaciones para los cuatro tratamientos que se observan a continuación en la tabla 2.

**Tabla 2.** Tratamientos utilizados para las distintas formulaciones.

<b>Tratamiento</b>	<b>Almidón de Ñame (%)</b>	<b>Almidón de Yuca (%)</b>
<b>T1</b>	80	20
<b>T2</b>	60	40
<b>T3</b>	50	50
<b>T4 (PATRON)</b>	0	100

Las formulaciones que se utilizaron para la elaboración de la salchicha fueron realizadas teniendo en cuenta la relación proteína-grasa y proteína-humedad, con el propósito de evitar problemas durante el procesamiento; estas relaciones se elaboraron mediante una hoja de cálculo en Excel, manejada en la planta piloto para la realización de formulaciones (Romero,2010);luego de tenerse en cuenta estos aspectos ,se procedió a diseñar las distintas formulaciones para cada una de las emulsiones, las cuales se describen en la tabla 3

**Tabla 3.** Formulación utilizada para cada una de las emulsiones cárnicas.

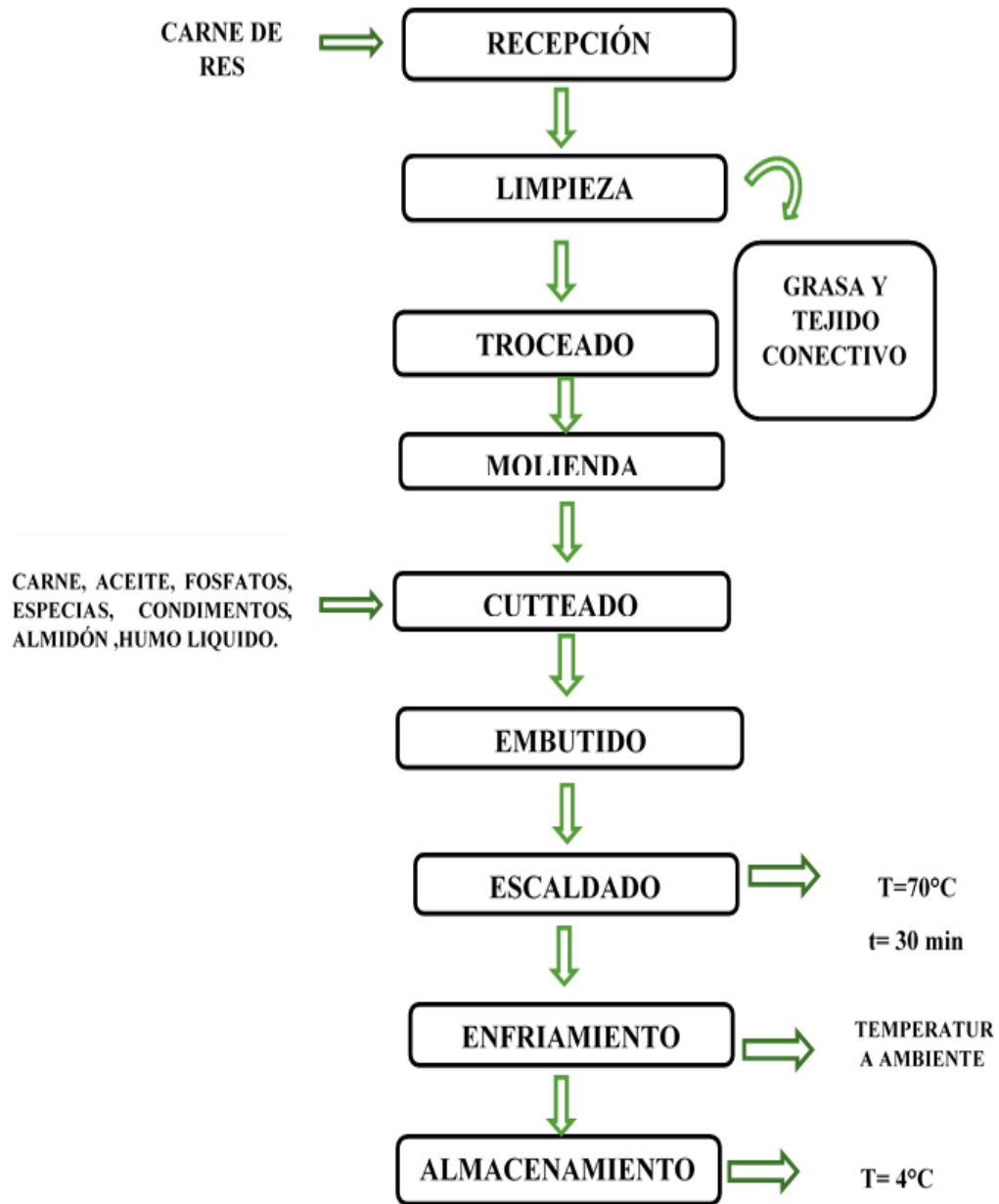
<b>MATERIAS PRIMAS (g)</b>	<b>TRATAMIENTOS</b>			
	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4(PATRON)</b>
<b>CARNE DE RES</b>	2000	2000	2000	2000
<b>GRASA</b>	400	400	400	400
<b>ALMIDÓN DE YUCA</b>	33,33	66,66	83,33	166,66
<b>ALMIDÓN DE ÑAME</b>	133,33	100	83,33	0
<b>HIELO</b>	666,66	666,66	666,66	666,66
<b>CONDIMENTO UNIPAC</b>	33,33	33,33	33,33	33,33
<b>COMINO</b>	10	10	10	10
<b>AJO</b>	10	10	10	10
<b>NUEZ MOSCADA</b>	3,33	3,33	3,33	3,33
<b>CEBOLLA CABEZONA</b>	26,66	26,66	26,66	26,66
<b>HUMO LIQUIDO</b>	5,0	5,0	5,0	5,0
<b>FOSFATO</b>	10	10	10	10
<b>REALZADOR DEL SABOR</b>	1,66	1,66	1,66	1,66
<b>TOTAL</b>	3333,3	3333,3	3333,3	3333,3

### **3.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE LA EMULSIÓN CÁRNICA (SALCHICHA)**

Para la elaboración de las distintas emulsiones cárnicas se utilizó carne de res con una temperatura de 4°C y un pH de 5.12 ;esta fue obtenida de un supermercado localizado en el municipio de Cerete ,departamento de Córdoba; luego fue sometida a un proceso de molienda fina, empleándose

un molino N°22 de marca JAVAR ,la emulsión fue elaborada en el cutter de marca JAVAR con capacidad para 5 L, los ingredientes fueron adicionados en el orden adecuado, teniendo en cuenta cada una de las formulaciones establecidas, se procedió a embutir la masa en una embutidora marca KRAMER cuya capacidad es de 5 L, el empaque utilizado fue Coria con un calibre de 28/mm; las muestras ya porcionadas fueron llevadas al proceso de escaldado en una marmita revestida con una chaqueta en acero inoxidable hasta que la temperatura interna se mantuviera a 70/°C por un tiempo de 30 minutos (Anexo B).

En la figura 2 se muestra el diagrama de proceso para la elaboración de la emulsión cárnica con los respectivos tiempos y temperaturas establecidas durante el proceso de elaboración, a continuación se muestra cada una de las diferentes etapas.



**Figura2:** Diagrama de flujo para la elaboración de la emulsión cárnica.



### **3.5 METODOLOGÍA UTILIZADA PARA LOS DIFERENTES ANÁLISIS DE LA EMULSIÓN CÁRNICA.**

#### **3.5.1. Determinación de las Propiedades Tecnofuncionales.**

**3.5.1.1 Capacidad de Retención de Agua (C.R.A):** Método establecido por (Cañeque y Sañudo, 2005).

- Se pesaron 2 unidades de papel filtro en una balanza analítica.
- Se pesaron entre 3 y 5 g de emulsión y fueron colocadas sobre los papeles filtros.
- Se Colocaron los papel filtro con la muestra entre dos láminas de papel aluminio y las láminas de teflón y fueron sometidas a presión con prensas mariposas durante 5 minutos (Anexo C).
- Transcurridos los 5 minutos, se retiró la muestra de salchicha y se pesaron los papeles de filtro.
- y por último se efectuaron los cálculos correspondientes.
- La medición fue realizada por triplicado.

Cálculos:

$$\%CRA = \frac{(Peso\ final\ del\ papel\ F - Peso\ inicial\ del\ papel\ F)}{Peso\ de\ la\ muestra} * 100$$

#### **3.5.1.2 Determinación de pH.**

Para la determinación del pH se utilizó el método descrito por la norma NTE INEN 783(Norma Técnica Ecuatoriana); a continuación se describe el procedimiento seguido para la realización de este análisis:

- Se Pesaron aproximadamente 10g de emulsión cárnica y se colocaron en el vaso de precipitación de 250 ml.
- Se agregaron 90 ml de agua destilada, se realizó una maceración y se agito.
- Se introdujeron los electrodos del potenciómetro (previamente calibrado) de marca OAKTON en la muestra y se procedió a la respectiva lectura (Anexo D).

### **3.5.2 Determinación Del Perfil De Textura (TPA).**

Para la determinación del Análisis de Perfil de Textura (TPA) se aplicó el método utilizado por Isaza *et al.* (2010), se utilizaron muestras del producto con cortes en forma de cilindros de aproximadamente 2.0 cm de longitud.

El análisis de TPA fue realizado con un Texturómetro de marca TA.XT PLUS, mediante la aplicación de una doble compresión al 25% de deformación (Anexo E), con tiempo de espera de 5 seg entre las compresiones y una velocidad de 1mm/s, obteniendo la curva fuerza/tiempo, los parámetros estudiados fueron: Dureza, cohesividad, masticabilidad, adhesividad y elasticidad.

### **3.5.3 Determinación de la Estabilidad.**

Para la determinación de la estabilidad en las diferentes emulsiones cárnicas se empleó el método establecido por (Ramos *et al.*, 2007):

- Se tomaron 50-60 g de emulsión previamente empacadas en tripa sintética (Coria), luego se sometió a un proceso de cocción por 30 minutos a 70°C.
- Se aplicó choque térmico, se empaco al vacío y fue llevada a refrigeración a 4°C.
- Se pesó (Anexo F) y se calculó mediante la siguiente ecuación.

$$ES = \frac{(w \text{ cocido})}{(w \text{ inicial})} * 100$$

### **3.6 ANÁLISIS SENSORIAL.**

Para evaluar la aceptabilidad de cada una de las distintas formulaciones, se empleó un panel sensorial no entrenado constituido por 50 jueces de ambos sexos, entre edades comprendidas de 20 a 30 años. Las muestras entregadas para cada catador fueron de aproximadamente 25 g; para la evaluación de cada una de ellas se utilizó un formato (Anexo G) el cual contenía una escala hedónica de 7 puntos (ver tabla 4), midiéndose el grado de aceptación para cada una de las muestras al ser degustadas por los panelistas (Anexo H), los resultados obtenidos fueron tabulados de acuerdo a cada uno de los parámetros y a la escala de puntuación utilizada, para luego ser analizados de forma estadística mediante el software estadísticos R

**Tabla 4.** Escala hedónica para evaluar la aceptabilidad del producto

<b>GRADO DE ACEPTACIÓN</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>
<b>Me disgusta extremadamente</b>	1
<b>Me disgusta mucho</b>	2
<b>Me disgusta moderadamente</b>	3
<b>No me gusta ni me disgusta</b>	4
<b>Me gusta moderadamente</b>	5
<b>Me gusta mucho</b>	6
<b>Me gusta extremadamente</b>	7

**Fuente:** Hernández. (2005)

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Capacidad de Retención de Agua

En la tabla 5 se muestran los resultados obtenidos para determinar la capacidad de retención de agua en los diferentes tratamientos

**Tabla 5.** Resultados de CRA (%) obtenidos para las emulsiones cárnicas.

TRATAMIENTO	CRA (%)
<b>1 (80/20)%</b>	30,440± 0,86
<b>2 (60/40)%</b>	27,830± 1,071
<b>3 (50/50) %</b>	23,415± 1,083
<b>PATRON</b>	29,073± 0,813

Se realizó una prueba de hipótesis para los resultados de Capacidad de retención de agua (CRA) para las distintas formulaciones, con el objetivo de comparar si existía o no diferencia significativa entre los distintos tratamientos.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

*H<sub>a</sub>: al menos un par difiere*

**Tabla 6.** Anova para CRA

	<b>Grados de libertad.</b>	<b>Suma de cuadrados.</b>	<b>Suma de cuadrado medio.</b>	<b>F value</b>	<b>Pr(&gt;F)</b>
<b>Tratamientos</b>	3	60.69	20.23	1.315	0.335
<b>Residuo</b>	8	123.09	15.39		

Al observar la tabla 6, se establece que no hay diferencia significativa entre los tratamientos y el control, obteniéndose un ( $P>0,05$ ); por lo tanto se asume que la utilización de cualquiera de estos tratamientos sobre la emulsión, no generan ningún efecto sobre esta propiedad.

Es importante destacar que en la actualidad no se registran estudios relacionados con la utilización de diferentes mezclas de almidones para emulsiones cárnicas, sin embargo se han reportado trabajos como el de Sánchez *et al.* (2014), donde emplearon almidón proveniente del plátano macho (*Musa paradisiaca*) como agente aglutinante; en cuyos resultados no se contemplan diferencias significativas entre sus tratamientos, por lo tanto se deduce que la fécula utilizada no generó ningún cambio sobre la CRA del producto; así mismo se destacan otras investigaciones como la desarrollada por Montañez y Pérez (2007) en la cual se utilizó harina de quinua en una salchicha tipo Frankfurt en donde no se apreció ningún cambio en la emulsión cárnica. Como análisis adicional se destaca lo planteado por Arango y Restrepo (2002), quienes coinciden en asumir

que la CRA es función de las pérdidas de peso de la carne y los productos cárnicos ante la aplicación de fuerzas externas, tales como el corte, trituración y prensado.

### 5.1 pH.

En la tabla 7 se describen los valores obtenidos de pH para cada uno de los tratamientos con las diferentes repeticiones, mientras que en la tabla 8 se muestra el análisis estadístico de los tratamientos en conjunto.

**Tabla 7.** Resultados de pH.

TRATAMIENTOS	pH (%)
<b>1 (80/20)%</b>	6,29±0,004
<b>2 (60/40)%</b>	6,27±0,04
<b>3 (50/50) %</b>	6,33±0,020
<b>PATRON</b>	6,21±0,004

Se realizó una prueba de hipótesis con el objetivo de comparar si existía o no diferencia significativa entre los distintos tratamientos.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

*H<sub>a</sub>: al menos un par difiere*

**Tabla 8.** Anova para pH

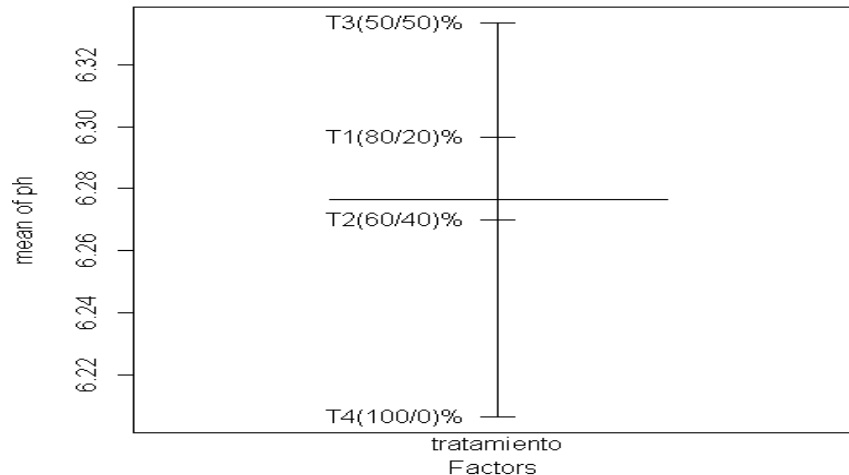
	<b>Grados de libertad.</b>	<b>Suma de cuadrados.</b>	<b>Suma de cuadrado medio.</b>	<b>F value</b>	<b>Pr(&gt;F)</b>
<b>Tratamientos</b>	3	0.02567	0.008556	7.778	0.00933
<b>Residuo</b>	8	0.00880	0.001100		

En la tabla 8 se observa que existen diferencias significativas entre el control y las muestras, obteniéndose un ( $P < 0,05$ ), teniendo en cuenta estas diferencias entre los promedios de los tratamientos se realizó la prueba de comparación múltiple de Tukey.

Realizada la prueba TUKEY al 5% para los distintos tratamientos (Anexo I); se pudo establecer diferencias significativas entre las comparaciones T4-T1 con un valor de 0.042, es decir entre control y el tratamiento (20% almidón de yuca, 80% almidón de ñame), así mismo se registró esta condición entre T4 (control) – T3 (50% almidón de yuca y 50% almidón de ñame) con un valor de 0.006.

El pH de los productos embutidos escaldados de acuerdo con la NTC 1325 se encuentran entre 5.8 y 6.4, resultados similares se obtuvo en esta investigación pH entre 6.2 y 6.33 cumpliendo con este criterio.





**Grafico 3.** pH Vs Tratamientos.

En la gráfica 3 se puede observar el comportamiento del pH frente a cada uno de los distintos tratamientos.

A pesar de no existir estudios relacionados con la utilización de mezclas de almidones como aglutinante para emulsiones cárnicas, estos resultados fueron comparados con los obtenidos por Montañez y Pérez (2007) para la elaboración de una salchicha tipo Frankfurt, quienes sustituyeron la harina de trigo por harina de quinua como aglutinante; reportándose valores de pH entre 6.6 y 6.8, cuyas cifras fueron superiores a las obtenidas en la presente investigación; según Chan (2015), se considera que el aumento del pH en una emulsión cárnica, es originada por el uso de fosfatos y sales; ocasionando cambios en el punto isoelectrico de las proteínas miofibrilares y reducción de la CRA en el producto.

## 4.2 Análisis de Estabilidad

### 4.2.1 Análisis de estabilidad (día 1)

En la tabla 9 y 10 se describen los resultados obtenidos de estabilidad para cada uno de los tratamientos en el día 1, con sus respectivas repeticiones y el correspondiente análisis estadístico.

**Tabla 9:** Resultados de Estabilidad para el día 1.

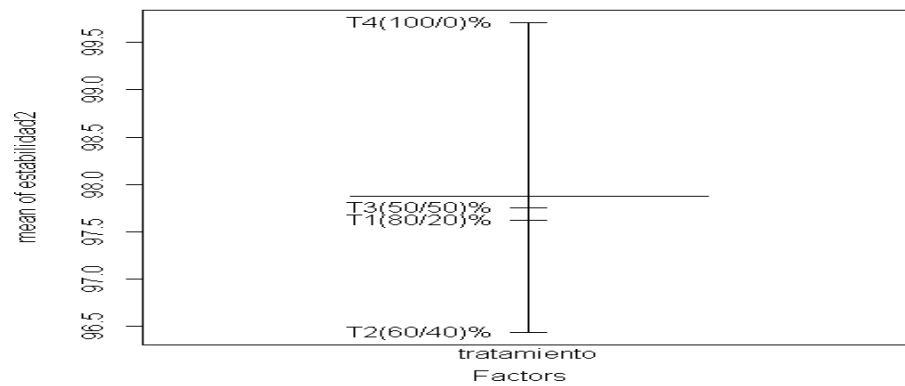
TRATAMIENTOS	EE (%)
1 (80/20)%	97,616±0,46
2 (60/40)%	96,438± 1,02
3 (50/50) %	97,055± 1,68
PATRON	99,704±0,50

**Tabla 10:** Anova para Estabilidad del día 1.

	Grados de libertad.	Suma de cuadrados.	Suma de cuadrado medio.	F value	Pr(>F)
Tratamientos	3	16.49	5.496	0.36	0.748
Residuo	8	122.17	15.272		

Al observar la tabla 10, se establece que no hay diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos y el control, con este resultado se puede inferir que la utilización de estos tratamientos para el desarrollo de la emulsión cárnica, no ocasiona ningún cambio sobre la estabilidad del producto final para el día 1.

A pesar de no existir diferencias significativas, en el grafico 6 se puede identificar el comportamiento de cada uno de los tratamientos frente a esta variable, tal es caso del tratamiento T4, donde se observa la mayor estabilidad, mientras que el tratamiento T2 esta condición se registra menor proporción; cabe resaltar la presencia de similitudes en términos de estabilidad entre los tratamientos T3 y T1.



**Grafico 4.** Estabilidad Vs Tratamientos (Día 1)

#### 4.2.2 Análisis de estabilidad (día 4).

En la tabla 11 se describen los resultados obtenidos para el análisis de estabilidad pertenecientes al día 4.

**Tabla 11:** Resultados de Estabilidad para el día 4.

TRATAMIENTOS	EE (%)
<b>1 (80/20)%</b>	96,465±0,14
<b>2 (60/40)%</b>	95,25±1,18
<b>3 (50/50) %</b>	93,632±1,05
<b>PATRON</b>	96,71±1,053

Se realizó una prueba de hipótesis con el propósito de identificar la existencia o ausencia de diferencia significativa entre los distintos tratamientos.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

$$H_a: \text{al menos un par difiere}$$

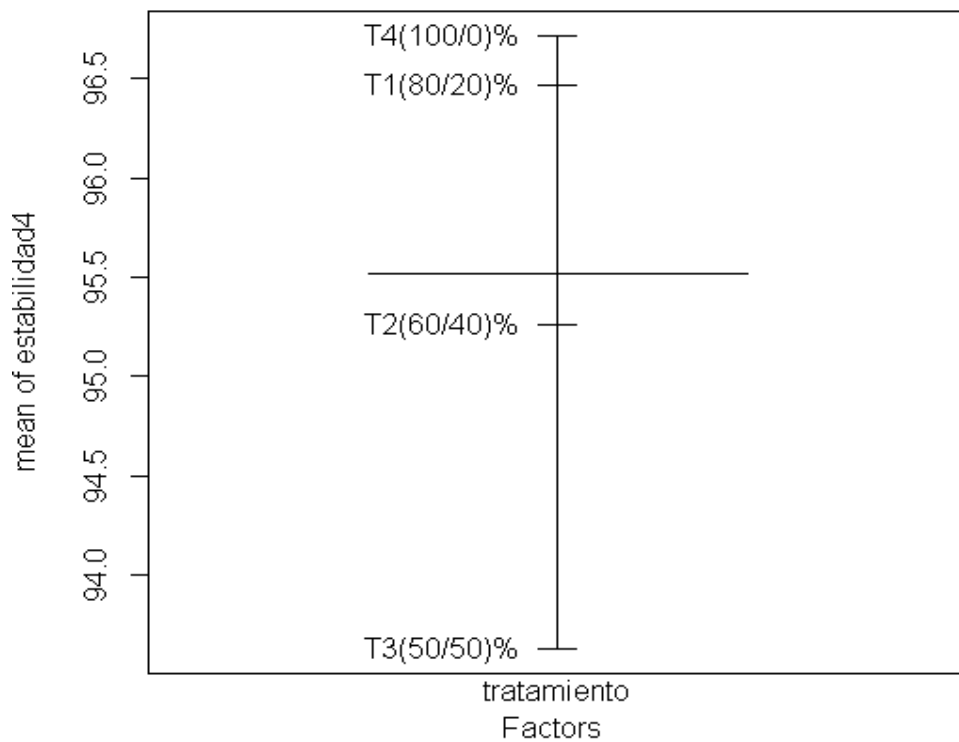
**Tabla 12:** Anova para Estabilidad día 4.

	Grados de libertad.	Suma de cuadrados.	Suma de cuadrado medio.	F value	Pr(>F)
<b>Tratamientos</b>	3	17.83	5.943	2.255	0.159
<b>Residuo</b>	8	21.08	2.635		

La tabla 12 nos muestra un ( $P > 0.05$ ), esto indica que no existe diferencia significativa entre cada uno de los distintos tratamientos utilizados; por tal razón se puede asumir que cualquiera de éstos puede ser utilizado en el

desarrollo de las emulsiones cárnicas, sin comprometer la estabilidad del producto final.

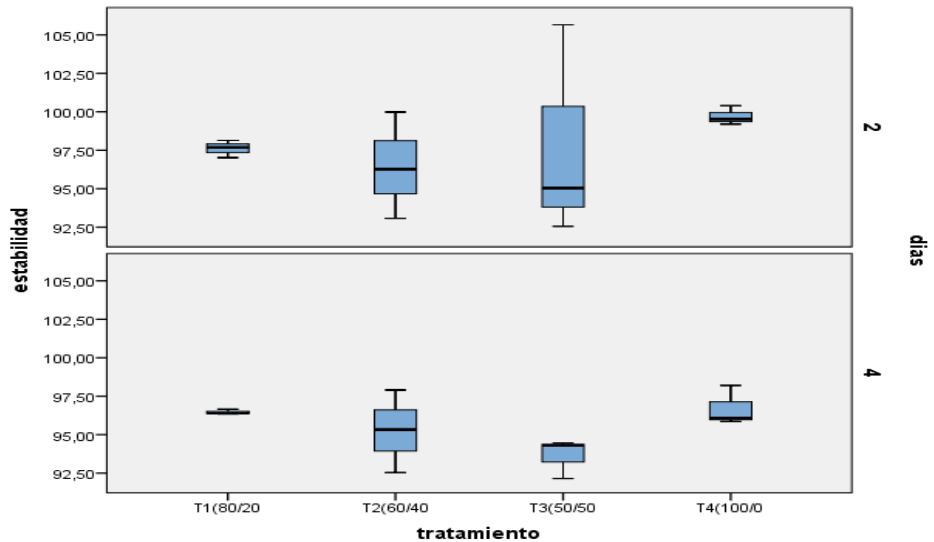
Sin embargo aunque no existan diferencias significativas entre los tratamientos, en el grafico7 se puede observar que el tratamiento T4 presentó mayor estabilidad, mientras que el tratamiento T3 registró la menor estabilidad; por otra parte la mayor similitud en términos de estabilidad se apreció entre los T4 y T1 para el día 4.



**Gráfico 5.** Estabilidad Vs Tratamientos (Día 4).

### 4.2.3 Comparación de estabilidad para los días 1 y 4.

Se realizó el gráfico de caja y bigote para examinar el comportamiento de la variable estabilidad entre los días (1 y 4) (ver figura N°3).



**Figura 3.** Comparación de la Estabilidad Vs Días.

Al realizar la comparación entre el nivel de estabilidad con respecto a los tratamientos pertenecientes a los días 1 y 4 se puede identificar que los tratamientos T1 y T4 son más homogéneos en ambos días, mientras que el tratamiento T3 es significativamente más heterogéneo en el día 1 en comparación con el día 4.

Para identificar la existencia de diferencia significativa entre cada uno de los tratamientos, para los días 1 y 4, se procedió a realizar una prueba no paramétrica de Kruskal Wallis; estos resultados se encuentran expuestos en la tabla 13.

**Tabla 13:** Comparación de la Prueba de Hipótesis para los distintos días

Días	Hipótesis Nula	Test	Significancia	Decisión
1	La distribución de estabilidad para el día 1 es la misma entre las categorías de tratamiento.	Prueba de Kruskal Wallis de muestras independientes	0,468	Se retiene la hipótesis nula.
4	La distribución de estabilidad para el día 1 es la misma entre las categorías de tratamiento	Prueba de Kruskal Wallis de muestras independientes	0,129	Se retiene la hipótesis nula.

**Nota:** el nivel de significancia es del 0,05.

Al observar los resultados de la tabla 13, se puede apreciar un ( $P > 0,05$ ) para cada uno de los tratamientos, por lo tanto se puede inferir que no existe diferencia significativa entre cada uno de ellos, esto indica que cualquiera de los tratamientos puede ser utilizado en una emulsión cárnica; según Cury *et al.* (2011) la existencia de una menor sinéresis en el producto, evita el riesgo de la separación del agua y de la grasa; generando buenas características a nivel sensorial como firmeza y textura, lo que alarga el tiempo de almacenamiento y propicia óptimas condiciones fisicoquímicas en la emulsión cárnica.

Estos resultados fueron comparados con los reportados por Zarate *et al.* (2013) quienes realizaron un estudio de sustitución de almidón comercial en mortadela por almidón nativo de papa criolla (*Solanum tuberosum*), cuyo análisis de estabilidad fue ejecutado por un tiempo de 5 días, reportándose la ausencia de diferencia significativa entre los tratamientos; estos investigadores asumen que una buena consistencia de

la emulsión cárnica depende en gran medida del almidón adicionado a la emulsión cárnica.

### 4.3 ANÁLISIS DE PERFIL DE TEXTURA (TPA)

En la tabla 14 se describen los resultados promedios para cada una de las características comprendidas en el análisis perfil de textura en cada uno de los tratamientos.

**Tabla 14.** Parámetros TPA para los distintos tratamientos, empleando mezclas de almidón de ñame y yuca para una emulsión cárnica.

TRATAMIENTOS	DUREZA(Kgf)	DESVIACION	COHESIVIDAD	DESVIACION	MASTICABILIDAD (N)	DESVIACION	ADHESIVIDAD(J)	DESVIACION	ELASTICIDAD	DESVIACION
<b>T1 (80/20%)</b>	4,31	±0,393	0,89	±0,01	7,89	±0,17	-1,09	±0,01	0,96	±0,02
<b>T2 (60/40%)</b>	4,16	±0,458	0,886	±0,01	6,92	±0,09	-1,36	±0,01	0,96	±0,02
<b>T3 (50/50%)</b>	4,23	±0,448	0,892	±0,01	6,25	±0,401	-1,99	±0,02	0,96	±0,03
<b>T4 (100/0%)</b>	2,87	±0,897	0,875	±0,01	12,12	±0,711	-2,99	±0,35	0,95	±0,04

Los resultados del análisis de perfil de textura (TPA), reflejan que la emulsión cárnica, presentó diferencia significativa para el parámetro de dureza, al realizar la comparación entre cada uno de los tratamientos se



identificó que las muestras difieren del control, es decir que T1, T2 y T3 presentaron mayor dureza que el T4; según Alvarado (2006), un mínimo valor en la dureza de los productos cárnicos es una condición deseable, ya que está directamente relacionada con la jugosidad del producto y su rendimiento . Adicionalmente, se destaca el estudio realizado por Muthia *et al.* (2010) quienes utilizaron almidón de papa como aglutinante para una emulsión cárnica, reportando cifras de dureza de 4,22 kgf; las cuales resultaron ser muy similares a los valores obtenidos en los tratamientos T1, T2 y T3 de la presente investigación.

Con relación a la cohesividad, no se reportaron diferencias significativas entre los tratamientos, los valores comprendieron un rango entre 0,892 y 0,875; según este parámetro se resalta lo expuesto por Granados *et al.* (2013) reportando cifras de 0,77 mientras que en los resultados de Zarate *et al.* (2013) se registraron dígitos correspondientes a 0.51 para una emulsión cárnica, al contrastar estos valores con los obtenidos en la actual investigación, se puede inferir que los tratamientos referentes a este estudio, tienen mayor fuerza entre los enlaces internos de la red cárnica en comparación con los empleados por los autores anteriormente referenciados.

En términos de masticabilidad se observó que existieron diferencias significativas entre los tratamientos, ya que se obtuvo un ( $P < 0,05$ ), a pesar de presentarse estas diferencias en la tabla 14 se puede identificar que T4 (control) presentó un mayor valor en relación con los demás tratamientos; por tal razón se puede inferir que con la utilización de este

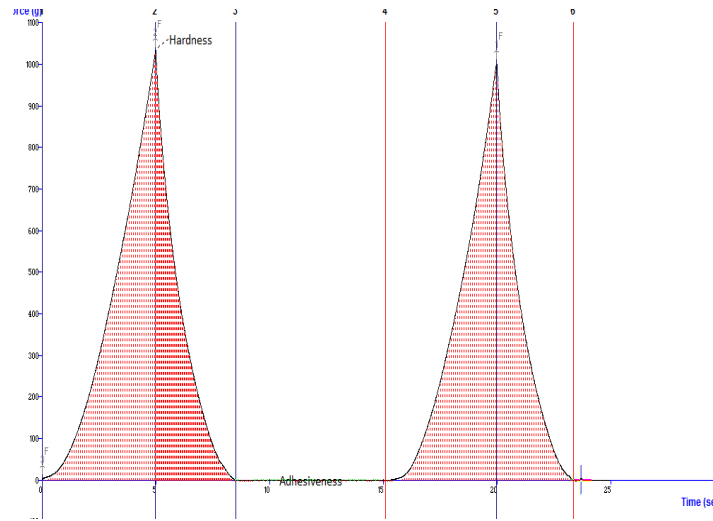
método se requiere de un mayor gasto energético en el proceso de la masticación del producto. Otro aspecto importante radica en que a medida que se disminuye cada una de las concentraciones de almidón, esta propiedad también se reduce.

En el análisis de elasticidad no existió diferencia estadísticamente significativa entre la media y los tratamientos, arrojando un ( $P>0,05$ ), cuyo valor obtenido fue de 0,9545, con un nivel de significancia del 95% de confianza.

A pesar de no existir diferencia, en la tabla 14 se puede observar que los tratamientos 1, 2 y 3 presentaron mayor elasticidad con respecto a T4, según Alvarado (2006), este aumento puede ser ocasionado por el nivel de estabilidad presente en cada matriz cárnica.

Al evaluar la adhesividad se encontró que no existió diferencia estadísticamente significativa entre la media y el nivel de los tratamientos, obteniéndose un ( $P>0,05$ ), cuyo valor obtenido fue de 0,752, a pesar de no existir diferencia entre los distintos métodos, se pudo observar en la tabla 14 que T4 y T3 presentaron mayor adhesividad, según Granados *et al.* (2013) las emulsiones cárnicas que presenten mayor grado de adhesividad tendrán una textura más pegajosa, condición que facilita una mayor adhesión del producto en el paladar, lo que genera un aumento en términos de inversión energética para ser retirado.

En la gráfica 7 se muestra el perfil de textura del producto T3 a manera de ejemplo, ya que en los demás tratamientos se registró este mismo comportamiento.



**Grafica 6.** Curva TPA de la emulsión cárnica

#### 4.4 ANALISIS SENSORIAL

Para la interpretación de los resultados se realizó una prueba no paramétrica, donde se calculó los grados de aceptación de las emulsiones cárnicas, evaluándose cuatro aspectos: color, textura, sabor y apariencia.

En los Anexos J y K se ilustran las asociaciones entre los tratamientos para los 50 catadores a nivel de cada variable y en conjunto.

#### 4.4.1 Análisis estadístico.

Se realizó una prueba de hipótesis para cada una de las cuatro variables con el fin de observar la existencia o no de diferencia significativa entre los distintos tratamientos.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

$$H_a: \text{al menos un par difiere}$$

A continuación se presentan los resultados para cada una de las variables en la evaluación sensorial.

##### 4.4.1.1 Pruebas de Kruskal Wallis.

- **Variable sabor**

En la tabla 15 se muestra la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para el sabor, identificándose que no existen diferencias entre los tratamientos

**Tabla 15.** Prueba de Kruskal-Wallis para Sabor

<b>Hipótesis Nula</b>	<b>Test</b>	<b>Significancia</b>	<b>Decisión</b>
La distribución del sabor es la misma entre las categorías de tratamiento.	Prueba de Kruskal Wallis de muestras independientes	0,397	Se retiene la hipótesis nula.

Los catadores no percibieron diferencias significativas entre las emulsiones cárnicas elaboradas con mezclas de almidón de ñame y almidón de yuca, utilizando las proporciones para T1 (80% almidón de ñame y 20% almidón de yuca), T2 (60% almidón de ñame y 40% almidón de yuca), T3 (50% almidón de ñame y 50% almidón de yuca), T4 (100% almidón de ñame y 0% almidón de yuca). Debido a esto la hipótesis nula es aceptada y se descarta la hipótesis alterna, por lo tanto la inclusión de mezclas de almidón de ñame y almidón de yuca en las diferentes proporciones estudiadas no generan una influencia representativa sobre variable sabor.

- **Variable apariencia**

Para la variable apariencia según la tabla N°16 se tiene un ( $P > 0,05$ ) aceptándose  $H_0$ , es decir, no hay diferencias entre el promedio de la calificación para las apariencias en los tratamientos.

**Tabla 16:** Prueba de Kruskal Wallis para Apariencia.

Hipótesis Nula	Test	Significancia	Decisión
La distribución de la apariencia es la misma entre las categorías de tratamiento.	Prueba de Kruskal Wallis de muestras independientes	0,948	Se retiene la hipótesis nula.

- **Variable color**

Para la variable color según la tabla 17 el ( $P > 0.05$ ), por lo cual se acepta  $H_0$ , es decir, no hay diferencias entre el promedio de la calificación para los colores en los tratamientos.

**Tabla 17:** Prueba de Kruskal Wallis para color.

<b>Hipótesis Nula</b>	<b>Test</b>	<b>Significancia</b>	<b>Decisión</b>
La distribución del color es la misma entre las categorías de tratamiento.	Prueba de Kruskal Wallis de muestras independientes	0,609	Se retiene la hipótesis nula.

- **Variable textura**

Para la variable textura según la tabla 18 el ( $P > 0.05$ ) aceptándose  $H_0$ , es decir, no hay diferencias entre el promedio la calificación de las apariencias en los tratamientos.

**Tabla 18:** Prueba de Kruskal Wallis para Textura

<b>Hipótesis Nula</b>	<b>Test</b>	<b>Significancia</b>	<b>Decisión</b>
La distribución de textura es la misma entre las categorías de tratamiento.	Prueba de Kruskal Wallis de muestras independientes	0,560	Se retiene la hipótesis nula.

En la tabla 18 se puede identificar que se acepta la hipótesis nula para textura; por lo tanto se infiere que los tratamientos T1, T2, y T3 no generan ningún efecto diferente al T4 (control) sobre las emulsiones cárnicas, ya que los catadores no percibieron diferencias sobre los métodos que contenían mezclas de almidón de ñame y almidón de yuca frente al que contenía almidón de yuca como único aglutinante para la emulsión.<sup>1</sup>

Los resultados obtenidos en esta investigación a nivel sensorial, permiten sugerir el posible reemplazo de los almidones industriales como aglutinante por el uso de mezclas de almidones empleados en el presente estudio como es el caso de la fécula de ñame espino nativo (*Dioscorea rotundata*) y la proveniente de yuca a nivel industrial para emulsiones cárnicas.

Otros investigadores como Montañez *et al.* (2007) reportan en su investigación la no existencia de cambios a nivel sensorial en sus productos; Zarate *et al.* (2013) al sustituir almidón comercial en mortadela por almidón nativo de papa criolla (*Solanum tuberosum* GRUPO *phureja*) como aglutinante, reportaron la unanimidad de los panelistas utilizados con relación a la no existencia de variaciones entre los productos de acuerdo a las variables evaluadas y además se registraron similitudes en la consistencia de los tratamientos frente a la muestra patrón.

## 5. CONCLUSIONES.

- ✓ Para el análisis de Capacidad de Retención de Agua (CRA) no se registraron variaciones entre las distintas mezclas y el control, por lo tanto se asume que cualquiera de los tratamientos pueden ser utilizado en la elaboración de una emulsión cárnica.
- ✓ Se identificaron diferencias significativas para el análisis de pH entre T4 (0%Almidón de Ñame-100% Almidón de Yuca) - T1 (80% Almidón de Ñame-20% Almidón de Yuca) y la comparación T3 (50%Almidón de Ñame-50% Almidón de Yuca)- T4 (0%Almidón de Ñame-100% Almidón de Yuca), a pesar de existir estas diferencias, los productos se encuentran dentro de los parámetros fisicoquímicos establecidos por la NTC 1325 para productos escaldados.
- ✓ Se registraron similitudes con relación al análisis de estabilidad para los distintos tratamientos, por consiguiente se puede inferir que cualquiera de las muestras estudiadas pueden ser utilizadas para la elaboración de emulsiones cárnicas, obteniéndose productos con buena calidad y adecuada consistencia.



- ✓ Se presentaron diferencias significativas en el análisis de TPA, específicamente entre las variables dureza y masticabilidad, por tal razón sería necesario utilizar un poco más de energía en el proceso de deglución del producto, en contraste para las variables adhesividad, cohesividad y elasticidad no existieron variaciones entre los tratamientos empleados.
  
- ✓ La sustitución de almidones industriales por mezclas de almidones, como fueron el almidón de ñame espino nativo (*Dioscórea rotundata*) y el almidón de yuca utilizado a nivel industrial, no presentaron diferencias significativas en la parte sensorial; por lo tanto las variables color, sabor, apariencia y textura no resultaron afectadas por la implementación de estas cuatro formulaciones, indicando que esta mezclas puede ser empleadas en el desarrollo de emulsiones cárnicas e inclusive se puede considerar la inclusión de este almidón de ñame espino en la elaboración de emulsiones cárnicas con el fin de darle un nuevo uso agroalimentario a esta materia prima.

## 6. RECOMENDACIONES

- ✓ Emplear otras concentraciones de aglutinante, con el fin de contrastar los resultados obtenidos en la presente investigación.
  
- ✓ Efectuar investigaciones sobre la utilización de almidón de ñame espino (*Dioscorea rotundata*) como único aglutinante para emulsiones cárnicas.
  
- ✓ Realizar análisis de factibilidad, con el objetivo de establecer la utilización de almidón de ñame a largo o corto plazo para la industria cárnica.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- **Acevedo A, Segundo I y Salcedo G. 2014.** Desarrollo y productividad de ñame (*Dioscorea trifida* y *Dioscorea esculenta*) en diferentes condiciones hídricas. Universidad de Sucre. Sincelejo.
- **Acosta, H., H.S. Villada., A. Torres, y J.G. Ramírez (2006).** Morfología Superficial de Almidones Termoplásticos Agrico de Yuca y Nativo de Papa Observados por Microscopía Óptica y Microscopía de Fuerza Atómica. <http://www.scielo.cl/scielo.htm>. Acceso: 25 de agosto (2015).
- **Acosta, A y Blanco C. 2013.** obtención y caracterización de almidones nativos colombianos para su evaluación como posibles alternativas en la industria alimentaria. Universidad de Cartagena. Cartagena.
- **Acuña, H. 2012.** Extracción, caracterización y aplicación de almidón de ñame variedad blanco (*Dioscórrea trifida*) originario de la región amazónica colombiana para la elaboración de productos horneados. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá

- **Aguilera, M. 2011.**La yuca en el caribe colombiano: de cultivo artesanal a agroindustrial .Documentos de trabajo sobre economía regional. Banco de la Republica.
- **Aktas N. y Kayas, M. 2001.** The influence of marinating with organic acids and salts on the intramuscular connective tissue and sensory properties of beef. European Journal of Research and Technology.
- **Alarcón, F, Dufour, D.2002.** Almidón agro de yuca en Colombia: producción y recomendaciones. (en línea). [http://webapp.ciat.cgiar.org/agroempresas/pdf/almidon\\_agrio\\_1](http://webapp.ciat.cgiar.org/agroempresas/pdf/almidon_agrio_1). Acceso: 23 de junio de 2015.
- **Alvarado, M. 2006.** Efecto de la adición de los derivados de Lupinus spp. (Aislado, harina y concentrado proteico), sobre las características de textura de salchichas. México.
- **Alvis, A., Vélez, C., Villada, H y Rada M.(2008).** Análisis Físico-Químico y Morfológico de Almidones de Ñame, Yuca y Papa y Determinación de la Viscosidad de las Pastas. Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Agrícolas, Departamento de Ingeniería de Alimentos. Berasategui- Córdoba.
- **Anuario estadístico del sector agropecuario, resultados evaluaciones agropecuarios municipales, 2011.** (En línea) <http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/public/Anuario/AnuarioEstadistico2011.pdf>. Acceso: 25 de junio de 2015

- **Arango, C y Restrepo, A. 2001.** Estructura, composición química y calidad industrial de la carne. En: Industria de la carne. Universidad Nacional de Colombia. Medellín .p. 16 – 75.
- **Arredondo, A. 2011.** diseño y ejecución del plan de preselección y selección del grupo de evaluadores para el panel de análisis sensorial de la compañía de galletas Noel S.A.S. Universidad de la Salle. Bogotá.
- **Bourne, M. 1978.** Análisis de perfil de Textura. Ciencia y tecnología de los alimentos. Vol 37, 62-66,72 p.
- **Blandón, S. 2013.** Procesamiento de productos cárnicos. Facultad De Ingeniería Química, Universidad Nacional De Ingeniería.
- **Blanco, A y Fernández M. 2004.** Caracterización nutricional de los carbohidratos y composición centesimal de raíces y tubérculos tropicales cocidos, cultivados en Costa Rica. Archivos Latinoamericanos de Nutrición.
- **Cañeque, V. y Sañudo, C. 2005.** Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Monografías INIA.
- **Chou S, Chiang B, Chung Y, Chen P, Y Hsu C. 2006.** Efectos de las temperaturas de almacenamiento sobre la actividad antioxidante y la composición de ñame. Food Chem 22. 618-622 p.

- **Clark, s., Costello, m., Drake, m. y Bodyfelt, f.w. (2009).** The sensory evaluation of dairy products. 2 ed. New York, Springer, 573 p.
- **Cury, K. Martínez, A. Aguas, Y. y Olivero, R.** 2011.Caracterización de carne de conejo y producción de salchicha. Facultad de Ingeniería, Universidad de Sucre.
- **Dufour, D., y Alarcón, F. (2001).** Almidón agrio de yuca en Colombia, planta procesadora, descripción y planos de equipos. Centro internacional de agricultura tropical. Cali-Colombia.
- **Espinoza, F.** 2011.Tecnología de cárnicos. Ingeniería agropecuaria. Universidad Católica Agropecuaria Del Trópico Seco.p25.
- **Espinilla, M., Martínez, L., Pérez, L. G.** (2008). Modelo de Evaluación Sensorial con Información Lingüística Multigranular para el Aceite de Oliva.  
<http://sinbad2.ujaen.es/sinbad2/files/publicaciones/179.pdf>  
Acceso: 25 de agosto de 2015.
- **Ezeh, N.** 1992 .Economics of yam flour production: implications for reach and development and promotion of yam-based industries in Nigeria. Trop.Agric. Trinidad. 69(1):51-57.
- **FAO.**2011.Análisis sectorial del ñame en Colombia.
- **Fenema, O.** 2000. Química de los Alimentos. Acribia, 2da ed. Editorial Zaragoza, España. P 228-240.

- **Fu, Y, Hen, S. y Lai, Y.** 2004. Centrifugation and foam fractionation effect on mucilage recovery from Dioscorea (yam) tuber. Journal of Food Science.
- **Gamero, G.** 2004. Consideraciones sobre fisiología de la planta de ñame. Corpoica.
- **Granados, C., Guzmán, L., y Acevedo, D.** 2013. Análisis Proximal, Sensorial y de Textura de Salchichas Elaboradas con Subproductos de la Industria Procesadora de Atún (*Scombridae thunnus*).Facultad de Ingeniería, Universidad de Cartagena.
- **Grupo UCO.** 2005. Producción animal y gestión de empresas. Universidad de Córdoba. España.
- **Guizar, A.** 2008. parcial caracterización de nuevos almidones obtenidos del tubérculo de camote del cerro (*Dioscórrea spp*). Departamento de Biotecnología. Michoacán.
- **Hernández, E.** 2005. Evaluación sensorial. Curso tecnología de cereales y oleaginosas. Guía didáctica. UNAD .Bogotá D.C. (en línea). <http://es.scribd.com/doc/54057631/49/> Acceso: 5 de Noviembre de 2014.
- **Hernández, M., Torruco, J., Chel, L y Betancur, D.** 2008. Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán. Ciencia y Tecnología de Alimentos. México. 28(3):718-726.

- **Hitch.**2010. Perfil de textura (TPA). Maquinarias y equipos para las industrias.
- **HonikeL, K.** 1988. Capacidad de fijación de agua en la carne. Alemania. (1): p11-12.
- **Hurtado, J.** 1997.Valorización de las amiláceas “no- cereales” cultivadas en los países andinos: estudio de las propiedades fisicoquímicas y funcionales de sus almidones y de la resistencia a diferentes tratamientos estresantes. Tesis de grado, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Facultad de ingeniería de alimentos. Bogotá.
- **Hurtado, J. 1997.** Procesamiento de ñame (*Dioscorea alata, D. rotundata*) Estudio de la factibilidad técnica y económica para la producción de almidón y harina y de sus propiedades fisicoquímicas. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali- Colombia.
- **Igor , J. y Velasco, V. 2010.** Parámetros fisicoquímicos durante el almacenamiento de salchichas elaboradas a partir de tilapia roja (*oreochromis sp.*). Ingeniería de Alimentos. Facultad de Ingeniería y Administración. Universidad Nacional de Colombia – sede Palmira.
- **Isaza, J. Londoño, L. Restrepo, D. Cortes, M. y Suarez, H. 2010.** Producción y propiedades funcionales de plasma bovino hidratado en embutido tipo salchichón. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. (23):199-206.



- **Lamberti M, Geiselman A, Conde B, y Escher F. 2004.** La transformación del almidón y desarrollo de la estructura de la producción y de la reconstitución de copos de patata. Ciencia y Tecnología de los alimentos. *Lebensmittel Wissenschaft y Technologie*, 37: 417–427 p.
- **Lenis J, Calle F, Jaramillo G, Perez J, Ceballos H, Cock J. 2006.** Leaf retention and cassava productivity. *Field Crop Research*.  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378429005000511>. Acceso: 25 de agosto de 2015.
- **Linden, G., y Lorient D. 1996.** Bioquímica agroindustrial. Zaragoza; Acribia. P 283-307
- **López, G.** 1991. Manual de Bioquímica y tecnología de la carne. Madrid, España.
- **López, C. Obaya, A. y Méndez, R.** 1995. Estudio de la implantación de la grasa de bovino (sebo) para la elaboración de una emulsión cárnica (salchicha tipo Viena). *Tecnología De Alimentos*. (30):11-18.
- **Marroquín, T.** 2011. Elaboración De Salchicha Tipo Frankfurt Utilizando Carne De Pato (Pekín) Y Pollo (Broiler) Con Almidón De Papa (*Solanum tuberosum*). Proyecto de Tesis. Universidad Técnica del Norte. Ecuador.P21.

- **Mendoza, R. Trujillo, N, Y Duran, D. 2007.** Evaluación del almidón de ñame espino (*Dioscorea rotundata*) como estabilizante en la elaboración de yogur entero tipo batido. Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia.
- **Ministerio de Agricultura y desarrollo rural, 2011.** (en línea) [http:// portalterritorio.gov.co/Cordoba\\_agosto\\_2013.pdf](http://portalterritorio.gov.co/Cordoba_agosto_2013.pdf). Acceso: 25 de junio de 2015.
- **Montes, E; Salcedo J; Zapata J; Carmona J y Paternina J. 2008.** Evaluación de las propiedades modificadas por vía enzimática del almidón de ñame (d. trifida) utilizando  $\alpha$ -amilasa (TERMAMYL® 120 L, TIPO L). Universidad de Antioquia. Medellín Colombia.
- **Montañez, C y Pérez, I. 2007.** Elaboración y evaluación de una salchicha tipo frankfurt con sustitución de harina de trigo por harina de quinua desaponificada (*chenopodium quinoa, wild*). Universidad de la Salle. Bogotá.
- **Moorthy, S. 1991.** Extraction of starches from tuber crops using ammonia. Carbohydrate Polymers.
- **Murgas, J y Vásquez, M. 2012.** Evaluación de la obtención de bioetanol a partir del almidón de ñame (*Dioscorea rotundata*, *Dioscorea alata* y *Dioscorea trifida*) mediante la hidrólisis enzimática y posterior fermentación. Universidad de San

Buenaventura, facultad de Ingenierías, Arquitectura, arte y diseños. Cartagena.

- **Muthia, D., Nurul, H y Noryati, I. 2010.** The effects of tapioca, wheat, sago and potato flours on the physicochemical and sensory properties of duck sausage. *International Food Research Journal* 17: 877-884 p.
- **Pacheco, E y Techeira, N. 2008.** Propiedades químicas y funcionales del almidón nativo y modificado (*Dioscorea alata*). *Revista Interciencia*. Caracas, Venezuela. p 281.
- **PBA. 2014.** Programa de Biotecnología Agropecuaria: el cultivo de ñame en el caribe Colombia.
- **Pérez, E. y Pacheco, E. 2005.** Características químicas, físicas y reológicas de la harina y el almidón nativo aislado de *Ipomoea batatas*. Instituto de Química y Tecnología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central. Caracas, Venezuela. (56): 12-20.
- **Pérez, E. y Pacheco, E. 2009.** Propiedades Químicas Y Funcionales Del Almidón Nativo Y Modificado De Ñame (*Dioscorea alata*). Caracas, Venezuela. 24 (4).
- **Quezada, I. 2013.** Carnes procesadas y sus ingredientes tendencias y oportunidades. *Agromundo (inteligencia competitiva para el sector agroalimentario)*. Santiago de Chile.

- **Ramírez, J. 2012.** Análisis sensorial pruebas orientadas al consumidor. Universidad del valle, Cali. p 90.
- **Ramos, N. Farías, M. Almada, C. Y Crivaro, N.2007.** Estabilidad de salchichas con hidrocoloides y emulsificantes. Nutrer: Mundo lácteo y cárnico.p4-7.
- **Reina, A. 2012.** El cultivo de ñame en el caribe colombiano, revista N° 168 del Banco de la República.  
[http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura\\_finanzas/pdf/dtser](http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/dtser)  
ACCESO: 5 de Mayo 2014.
- **Restrepo, D., Arango, C., Amézquita, A. y Restrepo, R.** 2001.Industria de carnes. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- **Rúales, J. 1995.** Caracterización de las propiedades reológicas y nutricionales del almidón nativo y gelatinizado de archiva (*Canna edulis*). Escuela politécnica nacional. Quito, Ecuador.
- **Rust, R. 1998.** Industrialización de la carne de cerdo. En: Curso Actualización En Procesamiento De Carnes.
- **Sánchez, C y Hernández, L.2003.**Descripción de aspectos productivos, de poscosecha y comercialización del ñame en Córdoba, Sucre y Bolívar. Corpoica.
- **Sánchez, J., Soto, S. y Güemes, N. 2014.** Estudio físico-químico en salchichas adicionadas con almidón de plátano macho (*Musa*

*paradisiaca*). Instituto de Ciencias Agropecuarias-Área Académica de Ingeniería Agroindustrial e Ingeniería en Alimentos Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México.

- **Stone, H. y Sidel, J. 2004.** Sensory evaluation practices. Amsterdam ; Boston: Elsevier Academic Press, 377 p.
- **Szczesniak, A. (2002.).** La textura como una propiedad sensorial. Calidad alimentaria y preferencia. Alimentos Qua. Pref. 13(4):215-225.
- **Singh, N., L. Kaur, N.S. Sodhi y K. Sekhon. 2005.** Physicochemical, cooking and textural properties of milled rice from different Indian rice cultivars, Food Chem: 89(2), 253–259.
- **Torricella, R., Zamora, E. y Pulido H. 2007.** Evaluación sensorial: Aplicada a la investigación, desarrollo y control de la calidad en la industria alimentaria. 2a ed. Ciudad de La Habana, Cuba: Editorial Universitaria. 131 p.
- **Torres, A., Montero, P. y Duran, M. 2013.** Propiedades fisicoquímicas, morfológicas y funcionales del almidón de malanga (*Colocasia Esculenta*). Revista Lasallista de Investigación .10 (2):52-61.
- **UNIDEG, 2013.** Guías de laboratorio ciencia y técnica de la carne. Universidad de Guadalajara. México.

- **Vandeputte, G.E. y J.A. 2004.** Delcour; From sucrose to starch granule to starch physical behaviour: a focus on rice starch, Carboh. Polym.: 58(3), 245–266.
- **Vargas, P y Hernández, D. 2012.** Harinas y almidones de yuca, ñame, camote y ñampí: propiedades funcionales y posibles aplicaciones en la industria alimentaria. Tecnología de Alimentos, Universidad de Costa Rica.
- **Vidal, C.2010.** El ñame espino (*Dioscórea rotundata Poir.*): una opción en la producción de jarabes edulcorantes intermedios para la industria alimentaria.
- **Zárate, L., Otálora, N., Ramírez, L., Prieto, L., Cerón, M. y Poveda, J.2013.** Sustitución de almidón comercial en mortadela por almidón nativo de papa criolla (*Solanum tuberosum* GRUPO *phureja*).Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.

# ***ANEXOS***

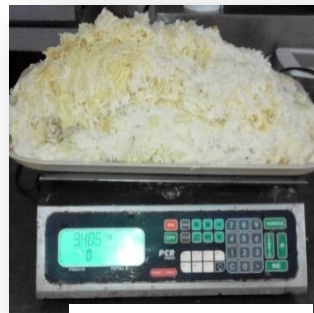
*Anexo A. Procedimiento para la obtención de almidón de ñame.*



**PESO DEL ÑAME  
ESPINO**



**PESO SIN CASCARA  
DEL ÑAME**



**PESO DEL  
AFRECHO DE  
ÑAME**



**SECADO**



**PESO DE  
ALMIDÓN SECO**



*Anexo B. Procedimiento de Elaboración de la Emulsión cárnica.*



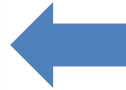
**ADECUACIÓN DE  
MATERIA PRIMA**



**MOLIENDA**



**EMBUTIDO**



**MEZCLADO DE  
INGREDIENTES**



**ESCALDADO**

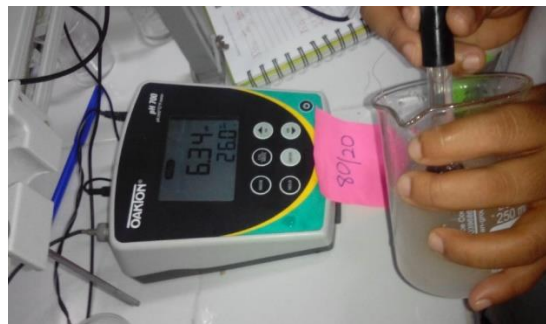


**EMPACADO AL  
VACIO**

*Anexo C. Determinación de capacidad de retención de agua para los diferentes tratamientos de la emulsión cárnica.*



*Anexo D. Determinación de pH de la emulsión cárnica para los diferentes tratamientos*



*Anexo E. Medición de perfil de textura (TPA), para los distintos tratamientos de las emulsiones cárnicas.*



*Anexo F. Determinación de estabilidad a través de diferencia de peso para los distintos tratamientos.*



*Anexo G. Formato empleado para evaluar a preferencia de los catadores.*



**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA**  
**PROGRAMA INGENIERIA DE ALIMENTOS**  
**Evaluación Sensorial - Trabajo de Investigación**



**NOMBRE** \_\_\_\_\_ **FECHA** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

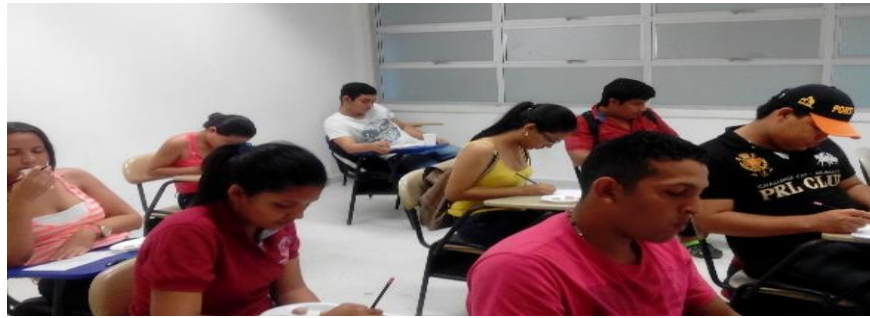
Frente a usted se presentan cuatro muestras de Salchicha tipo Frankfurt. Por favor observe y deguste cada una de ellas, de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra de acuerdo al puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra.

1	Me disgusta extremadamente
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	No me gusta ni me disgusta
5	Me gusta moderadamente
6	Me gusta mucho
7	Me gusta extremadamente

CÓDIGO	Calificación para cada atributo			
	Color	Apariencia	Sabor	Textura

**MUCHAS GRACIAS POR TU COLABORACIÓN!**

*Anexo H. Panel de catadores*



*Anexo I. Prueba de Tukey al 5% para los tratamientos PH.*

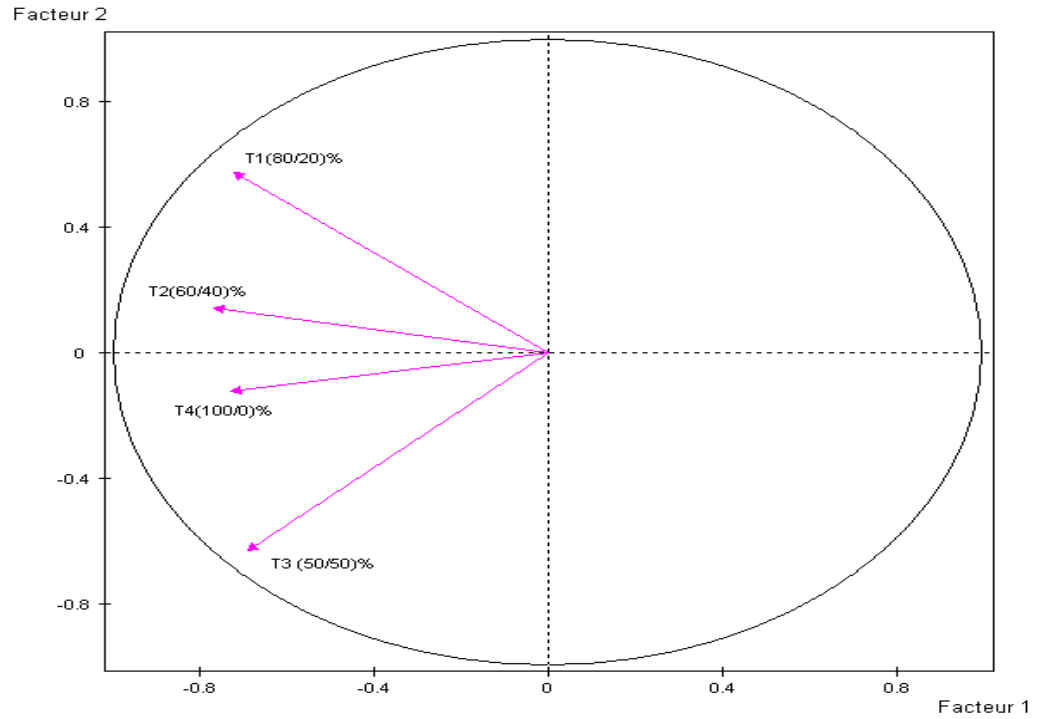
```
> a=TukeyHSD(aov(ph~tratamiento))
> a
  Tukey multiple comparisons of means
  95% family-wise confidence level

Fit: aov(formula = ph ~ tratamiento)

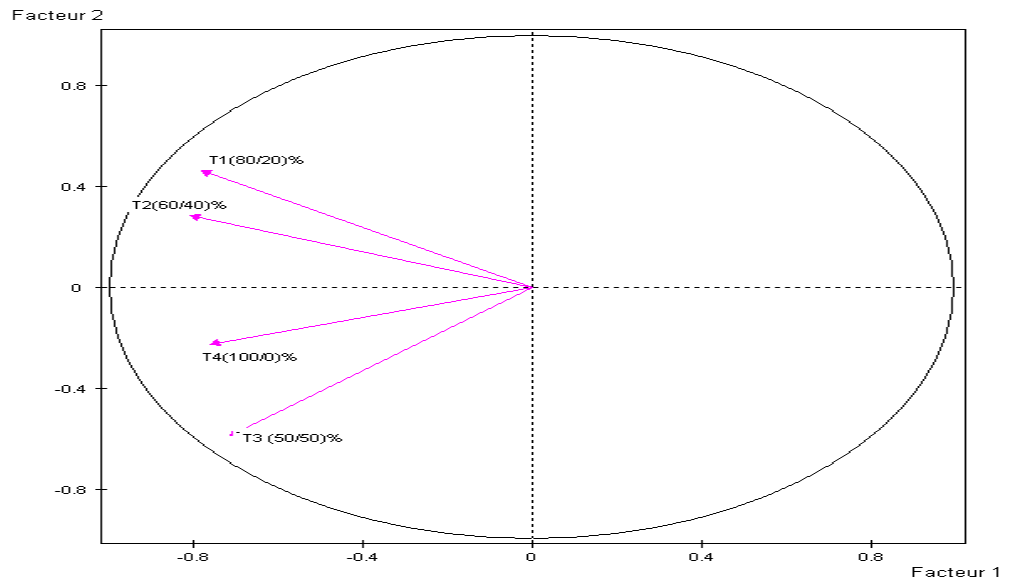
$tratamiento
              diff            lwr            upr      p adj
T2 (60/40) %- T1 (80/20) % -0.02666667 -0.11338677  0.060053436 0.7619318
T3 (50/50) %- T1 (80/20) %  0.03666667 -0.05005344  0.123386769 0.5579191
T4 (100/0) %- T1 (80/20) % -0.09000000 -0.17672010 -0.003279898 0.0421809
T3 (50/50) %-T2 (60/40) %  0.06333333 -0.02338677  0.150053436 0.1679625
T4 (100/0) %-T2 (60/40) % -0.06333333 -0.15005344  0.023386769 0.1679625
T4 (100/0) %-T3 (50/50) % -0.12666667 -0.21338677 -0.039946564 0.0068972
```

*Anexo J. Ilustración sobre las asociaciones entre los tratamientos para los 50 catadores por variable.*

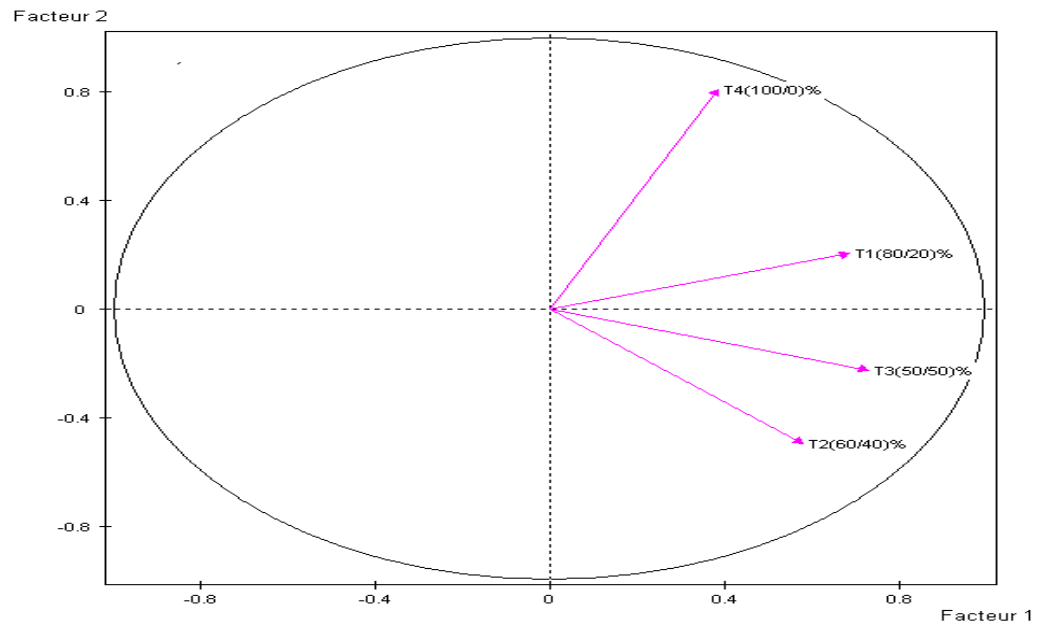
**APARIENCIA.**



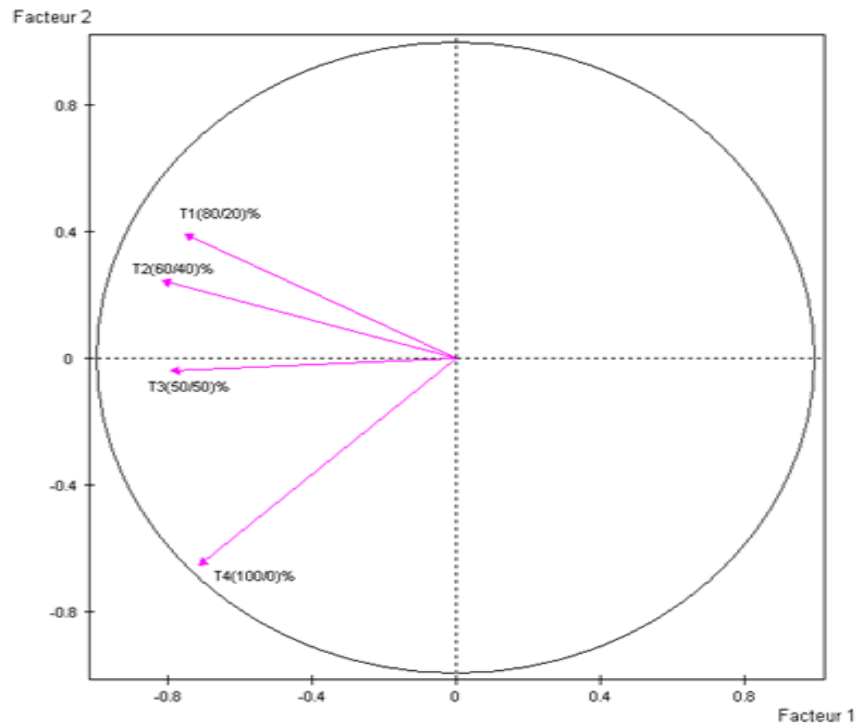
**COLOR.**



## SABOR



## TEXTURA.



*Anexo K. Ilustración sobre Variables simultaneas.*

